UNIVERSITÉ DE BORDEAUX II
Unités d'Enseignement et de Recherche
des Sciences médicales et pharmaceutiques

Année 1972 - Thèse N° 137

# Le problème des protéines alimentaires dans le Monde

Thèse pour le Doctorat en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le Jeudi 13 Juillet 1972

par Jean-Pierre BACARISSE
Diplômé de Diététique Supérieure et Hygiène alimentaire
C.E.S. de Médecine Aéronautique
C.E.S. de Médecine du Travail
né le 20 Mars 1942 à CAUDÉRAN (Gironde)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. F.J. TRAISSAC, Professeur . . . . . Président
M. P. FRÉOUR, Professeur . . . . . Juges
M. A. SERISÉ, Professeur . . . . . Juges
M. C. WONÉ, Agrégé . . . . . Juges
M. J.L. LATAPIE, Agrégé . . . . . Juges

Éditions Bergeret, 2, rue Bergeret - BORDEAUX
— Tél. 91.12.59 —

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543917_0006

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX II
Unités d'Enseignement et de Recherche
des Sciences médicales et pharmaceutiques

Année 1972 - Thèse N° 137

# Le problème des protéines alimentaires dans le Monde

Thèse pour le Doctorat en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le Jeudi 13 Juillet 1972

par Jean-Pierre BACARISSE
Diplômé de Diététique Supérieure et Hygiène alimentaire
C.E.S. de Médecine Aéronautique
C.E.S. de Médecine du Travail
né le 20 Mars 1942 à CAUDÉRAN (Gironde)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. F.J. TRAISSAC, Professeur . . . . . Président
M. P. FRÉOUR, Professeur . . . . . Juges
M. A. SERISÉ, Professeur . . . . . Juges
M. C. WONÉ, Agrégé . . . . . Juges
M. J.L. LATAPIE, Agrégé . . . . . Juges

Éditions Bergeret, 2, rue Bergeret - BORDEAUX
— Tél. 91.12.59 —

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A MA MERE trop tôt disparue

A MON PERE

*En témoignage de ma profonde reconnaissance.*

A MA FIANCEE

*Avec toute ma tendresse.*

A MON FRERE et A SA FAMILLE

A MON ONCLE, A MES TANTES
En particulier A MA MARRAINE

A MES PARENTS

A MES AMIS

A Monsieur M. AUTRET

*Ancien Directeur de la Division de la Nutrition*
*Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation*
*et l'Agriculture, Rome,*

Qui nous a orienté dans nos recherches et conseillé dans nos travaux.
Avec nos remerciements et notre respectueuse gratitude.

A SES COLLABORATEURS

et en particulier

Monsieur le Docteur De CRESCENZO,

Monsieur P. LUNVEN

et Madame Y. CAZELLO.

A Monsieur le Docteur A. BELLERIVE

*Directeur, Division de la Coordination et de l'Evaluation*

A Monsieur le Docteur A. RABA

*Service de Nutrition*
*Organisation Mondiale de la Santé, Genève*

Qui nous ont fait part de leurs connaissanceset facilité notre tâche.

Avec nos vifs remerciements et nos respects.

A TOUS NOS MAÎTRES

# A NOS JUGES

Monsieur le Docteur J.L. LATAPIE

*Maître de Conférences agrégé de Médecine interne*
*Médecin des Hôpitaux*

Monsieur le Docteur C. WONÉ

*Maître de Conférences agrégé de Médecine générale et Thérapeutique*
*Médecin des Hôpitaux*

Monsieur le Professeur A. SERISÉ

*Professeur sans Chaire (Hygiène)*
*Chevalier de la Légion d'Honneur*
*Médaille militaire*
*Croix de Guerre 39-45*
*Chevalier des Palmes académiques*
*Chevalier de la Santé publique*
*Officier de l'Ordre du Mérite*

Monsieur le Professeur P. FREOUR

*Professeur d'Hygiène et de Clinique de Pneumophtisiologie*
*Médecin des Hôpitaux, Chef de Service*
*Membre de la Commission de la Tuberculose au Conseil supérieur d'Hygiène sociale*
*Expert de l'Organisation Mondiale de la Santé*
*Chevalier de l'Ordre national du Mérite*
*Officier des Palmes académiques*
*Chevalier de la Santé publique*
*Chevalier de l'Ordre national du Sénégal*

Laissez-nous vous exprimer notre respectueuse reconnaissance pour la formation hautement technique et toujours humaine que nous avons trouvée dans votre enseignement.
Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en siégeant à notre jury.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur F.J. TRAISSAC

*Professeur de Clinique thérapeutique*
*Médecin des Hôpitaux, Chef de Service*
*Chevalier de la Légion d'Honneur*
*Officier des Palmes académiques*

Qui nous a inspiré le sujet et dont la bienveillance soutenue a été pour nous une aide précieuse.

Permettez-nous de vous témoigner notre profond respect et notre vive gratitude pour le remarquable enseignement dont vous nous avez fait bénéficier et pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider cette thèse.

# LE PROBLEME DES PROTÉINES ALIMENTAIRES

# DANS LE MONDE

# S O M M A I R E


Pages

= INTRODUCTION ..... 1

I - Une prise de conscience récente..... 1

II - Situation nutritionnelle du monde d'aujourd'hui. Place de la malnutrition caloricoazotée..... 3

III - Autres caractéristiques fondamentales..... 6

= LA PLACE DES PROTEINES DANS UNE ALIMENTATION EQUILIBREE. BESOINS EN PROTEINES ..... 9

I - Evolution historique des besoins en protéines.... 9

II - Les besoins en protéines constituent un cas particulier des besoins nutritionnels ..... 12

III - Que doivent satisfaire les besoins en protéines? 12

IV - Détermination des besoins quantitatifs en protéines par la méthode factorielle..... 13

V - Besoins en protéines dans des cas particuliers.. 14

*1°/ besoins des nourrissons..... 16*
*2°/ besoins pendant l'adolescence ..... 16*
*3°/ besoins en protéines supplémentaires pendant la grossesse ..... 16*
*4°/ besoins supplémentaires du fait de l'allaitement ..... 17*
*5°/ besoins accrus du fait du climat ..... 17*
*6°/ besoins accrus du fait d'un travail pénible 18*
*7°/ besoins accrus du fait d'un état pathologique 18*
*8°/ besoins quand les apports protéiniques sont faibles : mécanisme d'adaptation ..... 19*

VI - Aspect qualitatif des besoins en protéines ..... 20

*1°/ Les protéines d'origine animale et les protéines d'origine végétale ..... 21*
*2°/ Les acides aminés essentiels et les acides aminés non essentiels ..... 22*
*3°/ La combinaison type. Les protéines de référence ..... 24*

Pages

*4°/ Déséquilibre des acides aminés* ..... 26
*5°/ Facteurs limitants* ..... 27
*a) Effets de la cuisson des aliments* ..... 28
*b) La supplémentation* ..... 30

VII - Les différents coefficients utilisés pour caractériser les protéines. Définitions ..... 30

*1°/ La digestibilité* ..... 30
*2°/ La valeur biologique (VB)* ..... 31
*3°/ L'utilisation protéique nette (UPN)* ..... 31
*4°/ La valeur nette des protéines alimentaires ($VN_pA$)* ..... 32
*5°/ Les calories dérivées des protéines alimentaires nettes par rapport à 100 calories de régime (Cals p AN %)* ..... 32
*6°/ L'indice chimique* ..... 33
*7°/ L'indice protéique* ..... 33
*8°/ Les coefficients de conversion spécifiques* 33
*9°/ Le taux de calories protéiques* ..... 36
*10°/ Le coefficient d'efficacité protéique (C E P)* ..... 36

VIII - L'efficacité de l'utilisation des protéines .... 36

IX - Conclusions sur les besoins en protéines ..... 38

= DETERMINATION DE L'ETAT NUTRITIONNEL DES POPULATIONS (ET DE LEURS DISPONIBILITES ALIMENTAIRES) ..... 43

I - Son intérêt ..... 43

II - Deux voies possibles d'investigation ..... 44

III - Un calcul théorique de consommation globale à partir des productions ..... 45

IV - L'approche par les enquêtes cliniques et les enquêtes alimentaires ..... 47

*1°/ Il n'est plus possible de travailler en amateur* ..... 48
*2°/ L'enquête nutritionnelle doit s'intégrer dans un ensemble d'études interdisciplinaires* ..... 49
*3°/ Etablissement du plan de travail* ..... 49

Pages

*a) Définition de ce que l'on recherche* .. 49
*b) Choix de l'échantillonnage* ..... 50
*c) Détermination des besoins en personnel, matériel, temps. Problème du budget* ..... 51
*d) Prévision de l'exploitation des résultats dès le début de l'enquête*..... 53

V - Les enquêtes cliniques ..... 55
Que penser de l'examen clinique ? ..... 55
*a) Les examens anthropométriques* ..... 56
*b) Les examens de laboratoire* ..... 59

VI - Les facteurs adjuvants ..... 61

VII - Les enquêtes diététiques de consommation alimentaire ..... 66

VIII - Les résultats globaux ..... 70

IX - Conclusion ..... 75

= DISPONIBILITES EN PROTEINES ..... 77

I - Répartition géographique des disponibilités en protéines par habitant..... 77

II - Influence du revenu (national ou familial) sur le régime ..... 91

III - Influence de la saison ..... 100

IV - Influence de l'urbanisation ..... 101

V - Influence des coutumes, superstitions, tabous et croyances religieuses ..... 101

VI - Répartition des disponibilités protéiniques à l'intérieur d'une même famille. Définition des groupes vulnérables ..... 103

= LES SOURCES CLASSIQUES ET LES SOURCES NOUVELLES DE PROTEINES ..... 107

I - LES 14 PROPOSITIONS DU "COMITE CONSULTATIF SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE AU DEVELOPPEMENT"
LES SOURCES CLASSIQUES DE PROTEINES ..... 107

Pages

PROPOSITION n° 1 - "Augmenter la production de protéines végétales et animales classiques"..... 108

PROPOSITION n° 4 - "Obtenir et cultiver rapidement des plantes génétiquement améliorées, à haute teneur en protéines, et possédant de meilleures caractéristiques agronomiques"..... 108

*1°/ Possibilités de mettre de nouvelles terres en culture* ..... *109*
*2°/ Progrès dans l'utilisation des terres cultivées* ..... *112*

A - Les protéines animales (sauf produits de la pêche) ..... 113

*1°/ Le problème mondial de la viande* ..... *114*
*2°/ Conclusions : la pénurie de protéines d'origine animale* ..... *120*

B - Les protéines végétales ..... 123

*1°/ Les céréales* ..... *123*
*2°/ Les légumineuses* ..... *135*
*3°/ Les racines féculentes, tubercules et plantains* ..... *137*
*4°/ Les légumes et les champignons* ..... *138*

PROPOSITION n° 2 - "Accroître la production des protéines obtenues grâce à la pêche en mer et en eau douce ..... 139

A - Les ressources protéiques maritimes ..... 139

*1°/ Importance des productions maritimes*..... *139*
*2°/ Développement des moyens et outils de pêche* ..... *143*
*3°/ Développement des moyens de conservation et l'amélioration des réseaux de distribution* ..... *144*
*4°/ Développer les pêches, mais ne pas surexploiter les ressources maritimes. Nécessité d'accords internationaux* ..... *146*

*a) Exploitation rationnelle des ressources biologiques de la mer* ..... *147*
*b) Organisation internationale des pêches*.. *148*
*c) Les méthodes nouvelles de pêche* ..... *148*

Pages

*5°/ Les autres produits de la mer* ..... *151*

B - Les ressources protéiques d'eau douce ..... 152

PROPOSITION n° 3 - "Réduire les pertes d'aliments protéiques" ..... 155

*1°/ Importance considérable des pertes et du gaspillage* ..... *156*
*2°/ Ces pertes sont d'origines variées* ..... *157*

II - LES SOURCES NOUVELLES DE PROTEINES..... 160

PROPOSITION n° 5 - "Développer la consommation des tourteaux de graines oléagineuses...." ..... 161

*1°/ Le soja* ..... *163*
*2°/ Le coton* ..... *165*
*3°/ L'arachide* ..... *166*
*4°/ Les autres oléagineux* ..... *167*

PROPOSITION n° 6 - "Encourager la production et la commercialisation de concentrés protéiques de poisson (CPP)..." ..... 171

PROPOSITION n° 7 - "Intensifier considérablement les recherches sur les sources de protéines unicellulaires"..... 176

*1°/ La production de levures* ..... *176*
*2°/ Les algues* ..... *179*
*3°/ Les protéines de feuilles* ..... *181*

PROPOSITION n° 8 - "Encourager l'emploi d'acides aminés synthétiques ou de concentrés protéiques..."183

PROPOSITIONS n° 9 à 14 (pour mémoire)..... 187

= LES ALIMENTS RICHES EN PROTEINES ..... 189

I - Introduction ..... 189

*1°/ Leur raison d'être* ..... *189*
*2°/ Principe de ces mélanges* ..... *190*
*3°/ Composition de ces mélanges* ..... *191*

II - Critères communs aux différents mélanges ..... 194

*1°/ Les enquêtes préalables* ..... *194*

Pages

*2°/ La fabrication* ..... *194*
*3°/ Le produit fabriqué* ..... *195*
*4°/ Les essais* ..... *196*
*5°/ La commercialisation* ..... *197*

III - L'exemple de l'Incaparina ..... 199

IV - Autres produits. Note à propos de la Super-amine ..... 203

V - La distribution de ces mélanges ..... 207

VI - Le PAG et le groupe de la promotion des aliments riches en protéines ..... 207

= PERSPECTIVES - IMPORTANCE DE LA PLANIFICATION NUTRITIONNELLE ..... 209

= CONCLUSIONS ..... 223

= BIBLIOGRAPHIE ..... 229

= SUPPLEMENT BIBLIOGRAPHIQUE ..... 240

---

# I N T R O D U C T I O N

## *I - UNE PRISE DE CONSCIENCE RECENTE.*

Lorsque le problème de la subsistance alimentaire de l'humanité est abordé, il est très souvent fait référence à l'ouvrage de Thomas R. Malthus : *"Essai sur le principe de la population" ("An essay on the principle of population").*

Nous ne voulons pas revenir ici sur le contenu de la théorie Malthusienne ni sur les contreverses qu'elle a suscitées. Nous désirons, simplement, rappeler la date de sa première publication : 1798. Cet ouvrage capital fut le point de départ de discussions d'ordres économique, politique et philosophique qui n'ont fait que s'amplifier jusqu'à nos jours.

Les dix-neuvième et vingtième siècles, grâce à l'accomplissement de progrès scientifiques considérables, bouleversèrent complètement les données du problème telles que les possédait MALTHUS.

Ainsi la production agricole se développa avec une vitesse qu'il était impossible de prévoir à son époque. Cette évolution fut rendue possible grâce, entre autres, à la découverte des engrais chimiques, au développement du machinisme agricole, aux progrès effectués dans les domaines de l'élevage, de la conservation et de la distribution, etc.

Si la population mondiale s'accroîssait de plus en plus rapidement, il en était de même des productions agricoles. Ce qui était fâcheux, mais de celà on en avait encore guère conscience, c'est que ces développements ne se produisaient pas dans les mêmes pays.

Il a fallu attendre la période entre les deux guerres mondiales et l'immédiate deuxième après-guerre pour s'apercevoir que le tableau n'était pas aussi idyllique et que les perspectives étaient plutôt sombres.

C'est en 1936 que John Boyd ORR publie *"Food, Health and Income" ("Alimentation, Santé et Revenu")*, et que la Société des Nations entreprend la première enquête mondiale sur l'alimentation (1934-38).

Les résultats de cette enquête ne furent publiés, à Copenhague, qu'en 1946.

Un véritable cri d'alarme est alors lancé : dans le monde, deux hommes sur trois souffrent de la faim ! sans qu'il soit bien précisé ce que ce terme de "*faim*" recouvre. Les pays les plus déshérités sont les plus touchés, mais on constate aussi que dans les pays riches, une part considérable des populations ne dispose pas d'une alimentation suffisante.

Les Nations Unies et ses agences spécialisées, telles l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les savants, les hommes politiques, la presse (alors que les mass media prennent une importance grandissante) répandent cette révélation.

Certains affirment, chiffres à l'appui, qu'il existe un écart grandissant entre les productions alimentaires et les besoins. En effet, ces derniers augmentent

de façon vertigineuse, du fait du "bond" démographique qu'effectue l'humanité, bond d'ailleurs dû, en grande partie, aux progrès de la Médecine.

MALTHUS avait-il raison ? Ses théories, inchangées ou plus ou moins adaptées, étaient-elles confirmées par les faits ?

Il n'est pas exagéré d'affirmer que depuis la deuxième moitié du vingtième siècle, une certaine angoisse s'empare des hommes responsables. La malnutrition et la sous-nutrition, qu'on appelait autrefois du terme global de faim, ont toujours existé, mais, elles deviennent, pour reprendre l'expression citée par le Professeur P. FREOUR *"un fait contemporain dans la conscience de l'humanité"*.

Les cris d'alarme ont peut être été poussés à partir d'analyses inexactes, de constatations erronées, mais ils existent et ont été entendus. Ce sentiment, justifié ou non, de situation catastrophique, de peur d'un avenir très incertain, a eu le mérite de catalyser, dans le monde entier, les efforts intellectuels et financiers nécessaires pour tenter de dresser un tableau exact de la situation et de porter, dans la mesure du possible, une solution à ce fléau.

## *II - SITUATION NUTRITIONNELLE DU MONDE D'AUJOURD'HUI. PLACE DE LA MALNUTRITION CALORICOAZOTEE.*

Il s'est, dès le début, avéré nécessaire de préciser ce qu'on entendait par le terme de "faim".

C'est Josué de CASTRO qui, le premier, fit la distinction entre les "faims d'énergie" et les "faims spécifiques".

Dans les faims d'énergie, les apports alimentaires sont quantitativement insuffisants (l'équilibre entre les différents nutriments restant à peu près correct) : l'alimentation n'apporte pas assez de calories par rapport aux besoins. On parle de *sous-nutrition*.

Dans les faims spécifiques, les apports caloriques sont, en général, suffisants, mais il existe un déséquilibre de la ration alimentaire, avec un déficit en tel ou tel constituant. Il s'agit alors de *malnutrition*.

Les deux aspects, sous-nutrition et malnutrition, sont souvent liés. Quand il s'agit d'un apport insuffisant en protéines, on parle de malnutrition protéique ou de *malnutrition caloricoazotée*.

Ces définitions établies, les bilans, effectués à l'échelle internationale, ont pu être plus correctement interprétés.

Ainsi, l'expression *"Deux hommes sur trois souffrent de la faim"* s'est révélée à peu près exacte, à condition de considérer les hommes qui souffrent de malnutrition.

En effet, ceux qui, à proprement parler, ont faim (sous-nutris), sont relativement peu nombreux, tout au moins en pourcentage : 10 % des hommes disposent de moins de 2 200 calories par jour (Chine continentale exclue). Par contre, les malnutris, ceux qui ont moins de 15 grammes de protéines par jour, représentent 58 % de la population mondiale (Chine exclue) (14).

Il est certain qu'on peut trouver dans les pays riches (Amérique du Nord, Japon, Europe, Océanie) des personnes souffrant de malnutrition protéique (par insuffisance d'apport). Nous pensons aux vieillards pauvres et délaissés, aux migrants, aux "débiles sociaux", aux marginaux divers, et à leurs enfants. La situation, si elle peut être préoccupante pour des cas pris isolément, ne constitue plus, aujourd'hui, un motif d'inquiètude ni un problème de santé publique pour les responsables de ces pays.

Il n'en est pas de même en Asie (sauf au Japon), en Amérique latine (sauf dans les pays du Rio de la Plata),

au Moyen-Orient (sauf en Israël), et, à un degré moindre, en Afrique.

Il en résulte qu'à l'échelle de la planète, la malnutrition caloricoazotée constitue le *premier problème de santé publique* auquel est affronté l'humanité.

L'OMS la place en tête de ses préoccupations en matière de nutrition, devant trois autres maladies "prioritaires" qui sont :

- l'avitaminose A (xerophtalmie) qui frappe 10 à 15 % des personnes en Indonésie, 8 % des enfants Jordaniens, etc.
- l'Anémie nutritionnelle, dont souffrent, entre autres, 80 à 90 % des populations de cinq pays d'Asie (dont l'Inde),
- le goître endémique dont sont victimes plus de deux cents millions de personnes dans le monde.

D'autres maladies par carence comme la pellagre, le rachitisme, etc, ne viennent qu'ensuite.

Ainsi, par son ampleur et sa quasi-universalité, la malnutrition protéique se détache nettement de toutes les autres maladies nutritionnelles. Ce n'est, cependant, pas là sa seule caractéristique distinctive.

Contrairement à l'insuffisance d'apport en protéine, les autres "faims spécifiques" (carences en vitamines ou en minéraux), peuvent être résolues par des apports de volume faible, et peuvent être fournies à peu de frais (iodation du sel, apport de vitamine A, de fer, par exemple).

Le problème de la pénurie de protéines est incomparablement plus complexe à résoudre.

## III - AUTRES CARACTERISTIQUES FONDAMENTALES.

a) Quand on veut étudier la malnutrition protéique, il faut dissocier d'emblée ses deux composantes :

- la malnutrition, problème de santé,
- la malnutrition, problème d'agriculture et problème économique.

Les aspects médical - clinique surtout, et à un degré moindre paraclinique - et diététique sont maintenant assez bien connus. On sait diagnostiquer, traiter et prévenir, médicalement et de façon individuelle, la malnutrition protéique.

Des progrès dans ces domaines sont bien évidemment encore possibles et sont, d'ailleurs, réalisés chaque jour. On fonde, en particulier, beaucoup d'espoirs sur l'enseignement à tous les niveaux, des médecins aux mères de familles.

Le fait que la malnutrition protéique existe toujours provient essentiellement de sa composante économique. La pénurie de moyens financiers, en effet, met un frein extraordinaire au développement des ressources en protéines. L'équipement, l'éducation coûtent chers. L'accroîssement démographique annihilant le plus souvent les progrès réalisés, il est très difficile, aux pays du Tiers-Monde de prendre leur essor dans le domaine de la production alimentaire, comme dans les autres, sans une aide extérieure.

Il s'agit là d'un problème politique, pour les responsables internationaux et les gouvernements. En effet, ceux-ci, en fonction de la situation de leurs pays, doivent procéder à un choix des objectifs prioritaires (la lutte contre la malnutrition protéique étant un de

ceux-ci), élaborer une planification intelligente et réaliste et se donner les moyens de l'appliquer.

b) Une deuxième constatation que l'on peut faire est qu'il n'existe pas d'étude globale, à l'échelle planétaire, sur la malnutrition protéique.

Ceci tient à plusieurs raisons.

Un premier obstacle réside dans le fait que dans bien des pays les études démographiques ne sont pas faites, ou n'ont aucune valeur.

De plus, les cas de malnutrition (protéique) ne sont généralement pas déclarés. Ainsi, les décès, dûs pour une grande part au le mauvais état nutritionnel, sont le plus souvent classés d'après la complication qui a entraîné la mort, par exemple, une rougeole. L'Afrique du Sud est, à cet égard, un des rares pays qui fait exception. (Ce pays déclare les cas de kwashiorkor).

De toute manière, il faut accepter toutes les statistiques en la matière, même celles venant des "sources les plus autorisées" avec beaucoup de circonspection. Si nous en indiquons un certain nombre, c'est plutôt à titre d'illustration de nos propos, que comme informations péremptoires.

La science statistique est trop jeune, les difficultés pour recueillir les données sont trop importantes, pour qu'on ne puisse pas considérer les résultats avec beaucoup de prudence. Ils ne peuvent être que les reflets de la situation réelle. Nous espèrons simplement que le miroir choisi n'est pas trop déformant.

c) Il est très difficile dans une situation globale, telle que nous l'envisageons, de faire la part des choses.

La disponibilité en protéines est très variable d'un pays à l'autre, d'une région à l'autre, d'une famille à l'autre, et même à l'intérieur de chaque famille. De multiples facteurs interfèrent : milieu socio-économique, maladie infectieuse surajoutée ...

C'est pour toutes ces raisons, que nous désirons aborder dans ce travail, le "Problème des protéines alimentaires dans le Monde . Même si celà doit se faire au prix de cloisonnements un peu artificiels, nous allons nous efforcer de l'exposer clairement. Nous rappellerons d'abord quels sont les besoins nutritionnels en protéines et quelles sont les difficultés des enquêtes épidémiologiques en la matière.

Puis, nous essaierons de faire le point de la situation présente, à l'aide de documents qu'ont bien voulu nous fournir Messieurs les docteurs BELLERIVE et RABA du Service de Nutrition à Genève, et Monsieur AUTRET, Directeur de la Division de la Nutrition de la FAO à Rome.

Nous envisagerons ensuite le problème des perspectives pour l'avenir, en se limitant strictement aux découvertes qui peuvent entraîner un accroîssement de la disponibilité des protéines de qualité. En effet, sans les méconnaitre, nous croyons qu'il n'y a pas lieu de développer ici les querelles politicoéconomiques.

Conscient des lacunes qu'une telle entreprise comporte (ne serait-ce que par le manque de place), nous estimerions que nous avons rempli notre tâche, si, malgré l'acuité et la taille du problème, nous arrivons à faire partager au lecteur les immenses espoirs que suscitent les découvertes récentes pour résoudre la pénurie des protéines dans le Monde.

---

# LA PLACE DES PROTEINES
# DANS UNE ALIMENTATION EQUILIBREE

---

## LES BESOINS EN PROTEINES

---

### *I - EVOLUTION HISTORIQUE DES BESOINS EN PROTEINES.*

La détermination des besoins en protéines a fait l'objet d'études très nombreuses depuis la deuxième moitié du XIXème siècle. Rappelons brièvement quelques faits marquants :

- Il y a un siècle, *les auteurs allemands* soutiennent que les apports protéiniques doivent être élevés. Ainsi, VOIT recommande 120 g de protéines par jour (cette conception erronée eut des répercussions dramatiques pour la population allemande pendant la guerre 1914-18).

*Entre les deux guerres* les besoins sont fixés en se référant à ce qui est consommé dans les pays Occidentaux :

. En 1935, *la Commission technique pour l'alimentation* (qui dépendait de la Société des Nations) propose (cité, 54) :

*"Dans la pratique, pour les adultes, la consommation de protéines ne doit pas descendre en dessous de un gramme par kilogramme de poids du corps. Les protéines doivent provenir d'origines différentes, et il est désirable qu'une partie soit d'origine animale. Pendant la croissance, la grossesse et la lactation une certaine quantité de protéines animales est indispensable et doit constituer, pendant la période de croissance, une part importante des protéines totales".*

. La British Medical Association soutient que 10-14 % des calories doivent être d'origine protéique.

- En Amérique, les résultats obtenus sont nettement inférieurs,car on ne se base plus sur ce qui est consommé (il existe une part importante de gaspillage), mais sur les chiffres de la *balance azotée* (cf. infra la méthode factorielle) :

. Le Professeur Russel CHITTENDEN recommande 40 g de protéines par jour.

. Qaunt à W.C. ROSE, il écrit, un peu plus tard qu' "il est possible de maintenir la balance azotée avec 20 g de protéines par jour".

. D'autres auteurs arrivent au résultat de 32 g par jour (pour un adulte de 70 kg).

. Tous les auteurs attribuent aux enfants et aux mères allaitantes des rations plus riches en protéines.

- Les progrès scientifiques accomplis par la suite permettent d'une part d'évaluer la teneur des différentes protéines en acides aminés, et d'autre part, de souligner la grande fréquence des régimes alimentaires déficients.

- Mais, en 1953 (92), bien que huit acides aminés, au moins, aient été reconnus comme "essentiels", et que l'on ait pu définir les besoins quantitatifs pour certains

d'entre eux, les guides diététiques continuent à considérer les protéines dans leur ensemble sans tenir compte de leurs composants ("Recommanded Dietary Allowances", revised 1953, N.A.S.-N.R.C., public. 302, Washington DC,1953).

- En 1955, est créé le *Comité des besoins en protéines* où participent deux Organisations Internationales (FAO et OMS). Ce Comité va proposer des *chiffres provisoires* de rations considérées comme nécessaires.

- En 1958, aux USA, OHLSON souligne qu'une quantité accrue d'azote doit être consommée du fait de la vie "stressante" de tous les jours.

- En 1962, se réunit le *Comité mixte FAO-OMS d'experts de la Nutrition*. Ce Comité fait remarquer l'importance des interactions du régime : *la proportion relative des différents constituants du régime influe sur les besoins en protéines*.

- En 1963, à Genève, se réunit un *Groupe d'experts des besoins en protéines*. Ce Groupe définit les besoins en protéines d'après les données les plus récentes de la Science.

Il faut d'emblée souligner un point important : les résultats formulés s'appliquent plus aux besoins des *populations* qu'aux besoins individuels.

Les besoins varient avec les individus et avec l'individu, avec les conditions d'environnement (climat, activité physique)..., d'où, d'une part, la difficulté d'établir ces besoins avec une précision suffisante, et, d'autre part, la grande variation des résultats obtenus selon les auteurs.

## II - LES BESOINS EN PROTEINES CONSTITUENT UN CAS PARTICULIER DES BESOINS NUTRITIONNELS.

Il est certain qu'il est *artificiel* de considérer isolément les besoins en protéines, car ils sont étroitement liés au reste de la ration, et aussi parce que les carences alimentaires sont souvent multiples.

*(Signalons, à titre anecdotique, les travaux de A.KEYS: Une bonne nutrition nécessite 35 sortes d'acides aminés, de substances minérales et de vitamines. En considérant les différentes combinaisons de ces substances entre elles, puis avec les lipides et les glucides, on a dans le premier cas 1024 déficiences, et, dans le deuxième 4096 déficiences possibles.*

*in Robert G. SPIRO : The New Eng. J. of Med., 289, II, 12 sept. 1963).*

Les besoins en protéines varient selon la composition du reste de la ration : importance à cet égard de l'apport calorique dû aux nutriments énergétiques essentiellement glucidiques et lipidiques.

Dans un premier temps, nous supposons que l'apport calorique est suffisant. Nous considérerons un peu plus loin, ce que deviennent les besoins en protéines quand l'apport calorique est déficient (cf. l'efficacité de l'utilisation des protéines).

## III - QUE DOIVENT SATISFAIRE LES BESOINS EN PROTEINES ?

Rechercher quelles sont les utilisations des protéines revient à déterminer par voie de conséquence quels en sont les besoins (54).

- Les besoins en protéines d'un *individu* doivent satisfaire :

. la ration de base indispensable pour assurer une bonne santé et, éventuellement, une croissance normale,

. une ration d'appoint servant à faire face aux petites "agressions" habituelles de la vie.

- Quand on considère des *groupes*, il faut y ajouter :

. une marge additionnelle qui tient compte des variations individuelles,

. et des demandes exceptionnelles (par exemple, une maladie grave).

- La ration de base est telle qu'elle fournit assez de protéines pour couvrir les pertes inévitables (urinaires, par les fèces, par la peau...), et les demandes spéciales (enfants en période de croissance, femmes enceintes, mères allaitantes).

## *IV - DETERMINATION DES BESOINS QUANTITATIFS EN PROTEINES PAR LA METHODE FACTORIELLE.*

On part du principe que les besoins doivent couvrir différents facteurs : c'est-à-dire les pertes inévitables ou les gains nécessités par la croissance. A ce résultat, on ajoute 10 % (ou, ce qui revient au même, on multiplie par 1,1) pour tenir compte des dépenses supplémentaires provoquées par les agressions de la vie courante. On obtient :

$$B = (U_B + F_B + P + C) \times 1,1$$

. B = *besoins d'azote par kg de poids corporel et par jour,*

. $U_B$ = *perte d'azote urinaire de base par kg de poids corporel et par jour,*

. $F_B$ = *perte d'azote fécale de base de base par kg de poids corporel et par jour,*

. P = *perte d'azote par la peau,*

. C = *gain d'azote nécessaire pendant la croissance,*

. 1,1 = *addition de 10 % couvrant les dépenses supplémentaires provoquées par les agressions habituelles.*

6,25 étant le facteur de conversion conventionnel de l'azote protéique, il s'en suit, que les besoins en *protéine de référence* (que nous définirons plus loin) sont :

$$P = B \times 6,25$$

(en g par kg de poids et par jour).

Pour tenir compte des différences individuelles, on indique les besoins accrus ou diminués de 20 % par rapport au résultat moyen obtenu :

- On estime que les besoins augmentés de 20 % satisfont à peu près à l'ensemble des membres d'une population (à 97,5 % d'entre eux) : c'est donc l'*allocation pratique* que l'on pourra recommander.

- Par contre, si la ration est inférieure aux besoins diminués de 20 %, à peu près tous les individus d'une population placée dans cette situation souffrent de carences protéiques.

(Pour les *nourrissons*, de moins d'un an, la croissance est telle, qu'on estime leurs besoins, non par la détermination des pertes inévitables, mais en se basant sur le rythme de croissance).

## *V - BESOINS EN PROTEINES DANS DES CAS PARTICULIERS.*

*(tableau n°1, page suivante).*

Il est nécessaire de préciser certains cas particuliers :

Tableau n°1 : Besoins en protéines selon l'âge et le stade de développement.

| Age et stade de développement | | Besoins en protéines | | |
|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III |
| | | g/kg de poids corporel/jour | | |
| Nourrissons | 0- 3 mois | | | 2,3 |
| | 3- 6 mois | | | 1,8 |
| | 6- 9 mois | | | 1,5 |
| | 9-12 mois | | | 1,2 |
| Enfants | 1- 3 ans | 0,7 | 0,9 | 1,1 |
| | 4- 6 ans | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| | 7- 9 ans | 0,6 | 0,8 | 0,9 |
| | 10-12 ans | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| Adolescents | 13-15 ans | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| | 16-19 ans | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| Adultes | | 0,5 | 0,6 | 0,7 |

*Note : les besoins en protéines sont exprimés en protéine de référence ayant une valeur UPN théorique de 100. Pour ajuster ces données en fonction de la valeur UPN des protéines alimentaires, il convient de les multiplier par 100/UPN.*

- *I : ration protéique jugée insuffisante pour l'ensemble de la population, à l'exception d'un groupe restreint (2,5 %) ;*
- *II : estimation des besoins moyens en protéines de la population ;*
- *III : ration protéique jugée satisfaisante pour l'ensemble de la population, à l'exception d'un petit groupe (2,5 %).*

*Les besoins en protéines des nourrissons ne sont pas établis d'après ces calculs, mais sont estimés d'après la quantité de lait maternel effectivement absorbée par des bébés normaux. Les données figurent donc dans la colonne III.*

*(d'après 38) . Pour la définition de l'UPN, cf.p.* 31

*1°) BESOINS DES NOURRISSONS.*

Nous venons de voir que, en général, pour les nourrissons on n'utilise pas la méthode factorielle (cependant, celà a été fait et les résultats obtenus sont concordants). En effet, on recherche les rations effectives qui assurent une bonne santé et une croissance normale.

On peut estimer que le lait de vache, après traitement approprié, et le lait de femme ont la même valeur nutritionnelle, et que les rations adéquates de protéines, dans les deux cas, sont les mêmes.

*2°) BESOINS PENDANT L'ADOLESCENCE.*

Les besoins nutritionnels, en particulier, les besoins en protéines sont accrus pendant cette période et ceci pour plusieurs raisons (25) :

. croissance rapide et développement pubertaire,

. établissement de la menstruation chez les filles,

. grande activité physique normale de cet âge,

. (ajoutons, pour mémoire, que grossesse et allaitement sont très fréquents à cet âge).

Par ailleurs, la situation de plus en plus isolée des adolescents par rapport au cadre familial et social crée un facteur psychologique de tension aggravant, d'où le développement d'habitudes alimentaires nocives, et les difficultés d'implantation de l'éducation nutritionnelle chez ces sujets.

*3°) BESOINS EN PROTEINES SUPPLEMENTAIRES PENDANT LA GROSSESSE.*

Pour que la grossesse se déroule normalement, il faut qu'un apport supplémentaire protéinique soit assuré. Il est globalement de l'ordre de 900 à 950 g de protéines par grossesse. Ces besoins s'accroissent au fur et à mesure du déroulement de la grossesse.

Ainsi, pendant les deuxième et troisième trimestres, il faut un supplément quotidien de 6 g de protéine de référence. Il va de soi que si la ration protéinique habituelle est plus que suffisante, elle n'a pas besoin d'être augmentée.

*4°) BESOINS SUPPLEMENTAIRES DU FAIT DE L'ALLAITEMENT.*

Il est facile de les déterminer en se basant sur le volume de la sécrétion lactée et la teneur du lait en protéines.

. La sécrétion moyenne varie de 850 à 1200 ml par jour.

. Le lait contient, en moyenne 1,2 g de protéines par 100 ml.

. Soit une déperdition au maximum de 15 g de protéines par jour.

Ainsi, si la ration supplémentaire attribue aux mères allaitantes 15 g de protéines de référence par jour, on satisfait aux besoins de la majorité des femmes.

*5°) BESOINS ACCRUS DU FAIT DU CLIMAT.*

- *Climat arctique* : les besoins en calories sont accrus, d'où la nécessité d'augmenter la ration protéique (à un degré moindre cependant), pour garder une certaine proportion entre les nutriments.

De plus, un froid extrême crée un état de tension tel que la perte azotée est augmentée.

- Dans les *climats chauds et humides*, la perte azotée (du fait de la sudation) peut être multipliée par 10 (supérieure à 3 g par jour), par rapport à l'excrétion azotée en climat tempéré, ceci sans qu'il y ait réduction compensatrice de l'excrétion azotée urinaire, tout au moins expérimentalement.

Cependant, des études plus poussées pourraient montrer que pour les populations vivant habituellement dans

de telles régions, il y a adaptation de la sudation dans le sens d'une baisse des pertes azotées.

*6°) BESOINS ACCRUS DU FAIT D'UN TRAVAIL PENIBLE.*

Le travail nécessite une certaine quantité d'énergie. La nature du combustible musculaire a été appréciée en tenant compte du quotient respiratoire, de la comparaison du sang veineux et artériel.

- Pour un travail de faible intensité, les protéines interviennent pour moins de 5 % dans la production énergétique, tandis que les glucides interviennent pour 85 % et les lipides pour 10 %.

- Pour un travail intense, la consommation des protéines ne représente plus que 3 % (les glucides : 68 %, les lipides : 29 %), soit, cependant, une augmentation en chiffres absolus.

Donc, si la ration du travailleur de force doit comporter davantage de glucides et de lipides, un supplément de protéines est aussi nécessaire : par exemple, une augmentation de 50 g de protéines par jour. Cet accroissement comportant des protéines d'origine animale et des protéines d'origine végétale (et en particulier de l'acide aspartique et de l'acide glutamique) (cf. Cours de Physiologie du Travail, Mme le Dr. LINQUETTE, Bordeaux, 1969).

Par ailleurs, diverses études ont mis en évidence l'augmentation du *rendement* quand on accroit la ration protéique quotidienne.

*7°) BESOINS ACCRUS DU FAIT D'UN ETAT PATHOLOGIQUE.*

Ces états s'accompagnent d'un catabolisme protéique et de perte azotée. Cependant, il existe un phénomène compensateur qui fait que quand les réserves s'épuisent, le métabolisme protéique se ralentit.

Ce sont surtout les tissus musculaires (fonte

musculaire) qui font les frais de cette situation, et, de plus, chez l'enfant, la croissance se ralentit.

Les pertes les plus considérables se rencontrent au cours des états fébriles, des infections parasitaires, bactériennes ou virales, des traumatismes, des troubles gastro-intestinaux et des états exsudatifs, des protéinuries....

(Peut-on, chez l'homme, généraliser les résultats des travaux expérimentaux effectués chez le rat, concernant la résistance aux infections et la richesse en protéines du régime ?

- les animaux qui reçoivent des régimes riches en protéines sont moins résistants au paludisme et plus résistants à l'ankylostomose que normalement (63)).

La gravité de l'atteinte pathologique est d'autant plus élevée qu'elle survient chez un sujet malnutri. L'apport protéinocalorique doit être rétabli le plus tôt possible, et assuré à des taux corrects.

### *8°) BESOINS QUAND LES APPORTS PROTEINIQUES SONT FAIBLES : MECANISME D'ADAPTATION.*

WATERLOW, en 1968 (93) part de l'hypothèse qu'il n'existe pas un seul état nutritionnel "normal", mais, qu'en fonction de la situation l'organisme s'adapte.

Ainsi, un apport de 40 g de protéines par jour peut être suffisant. De tels sujets auront une *petite taille*. Il s'agit bien d'une adaptation, car les personnes de petites tailles ont besoin d'un peu moins de protéines et de calories.

La petite taille a plus une origine nutritionnelle qu'elle ne résulte d'influences génétiques (cf. les Japonais restés au Japon et ceux émigrés aux USA).

- On sait depuis longtemps que la première adaptation (dans certaines limites, cependant), à une baisse de l'apport protéique est la diminution de l'excrétion urinaire de l'azote. Un nouvel équilibre métabolique s'installe :

. normalement, il existe un turn-over azoté tel qu'une proportion est excrétée, le reste servant à l'anabolisme protidique,

. si la ration protéique est réduite, il n'existe pas de diminution globale de ce turn-over, mais les proportions relatives sont modifiées car, la quantité d'azote excrétée est diminuée, et l'anabolisme protéique est accru de façon relative, mais pas de façon absolue.

Ainsi, par exemple, l'organisme essaie de maintenir constante la fraction albuminique du plasma.

Signalons que le foie joue, à cet égard, un rôle primordial.

Quand l'apport protéique diminue, un certain *temps de latence* s'écoule avant qu'un nouvel équilibre azoté s'établisse, ce qui fait, que pendant ce temps de latence, se produit une perte azotée importante (MUNRO, 1964) aux dépens des "protéines labiles" ou "protéines de réserve". Or, pour WATERLOW, cette protéine labile n'existe pas. La perte protéique résulte simplement d'une désadaptation (temporaire) métabolique.

D'ailleurs, leur quantité est faible : moins de 1 % des protéines corporelles, que ce soit chez les adultes (YOUNG, 1968), ou chez les enfants (CHAN, 1968). Pour CHAN et WATERLOW (22) pendant cette adaptation, l'adulte perd 3,5 % de l'azote total du corps : 900-1500 mg par kg de poids corporel.

L'équilibre de la balance azotée est retrouvé en 2-3 jours chez le nourrisson, mais par contre, en 5-8 jours seulement chez l'adulte.

## *VI - ASPECT QUALITATIF DES BESOINS EN PROTEINES.*

Les différentes protéines ne sont pas de qualité nutritionnelle égale. Or, si, jusqu'à un certain point,une plus grande quantité de protéines de qualité inférieure équivaut à une quantité plus faible de protéines de valeur,

cette assertion trouve vite ses limites. Un sujet, et en particulier un enfant, ne peut pas consommer au-delà d'une certaine quantité de protéines.

On distingue deux grands groupes de protéines selon leur origine :

*1°) LES PROTEINES D'ORIGINE ANIMALE ET LES PROTEINES D'ORIGINE VEGETALE.*

Classiquement, on croyait que la moitié des protéines devaient être d'origine animale, car, on pensait qu'elles étaient supérieures, en qualité, aux protéines végétales (nous verrons un peu plus loin ce qu'il faut en penser). Ainsi, une quantité de 70 g de protéines par jour, dont la moitié d'origine animale, était et est encore considérée comme indispensable (64).

Disons d'emblée que ce chiffre de 35 g de protéines animales par personne et par jour est loin d'être atteint dans l'alimentation de nombreux pays.

D'une manière générale, les protéines végétales sont beaucoup moins riches que les protéines animales en lysine, tryptophanne, méthionine.

Par contre, on découvrit que certaines protéines végétales (dérivées, par exemple, du soja ou de l'arachide) sont assez proches des protéines animales et ont des propriétés qui manquent aux céréales (92).

MILLER en 1967 (63) souligne que la qualité nutritionnelle supérieure des protéines animales par rapport aux protéines végétales est "partiellement vraie, puisqu'il existe quelques protéines végétales qui sont supérieures à quelques protéines animales".

Mais, si l'on attache moins d'importance aux protéines d'origine animale, on en reconnait pas moins leur haute valeur nutritive :

*"On ne sait pas encore au juste si les protéines animales peuvent toujours être remplacées adéquatement par des mélanges convenables de protéines végétales. On a démontré que certains mélanges de protéines végétales*

*ont une haute valeur nutritive, mais il se peut aussi que les protéines animales soient associées à d'autres substances non encore identifiées et indispensables du point de vue nutritionnel, au moins en petites quantités" (38).*

### *2°) LES ACIDES AMINES ESSENTIELS ET LES ACIDES AMINES NON ESSENTIELS.*

On sait que les chaînons constitutifs des protéines sont représentés par des structures de base : les acides aminés, que dans la suite du texte, nous désignerons par les lettres AA.

Une vingtaine d'AA ont été identifiés.

L'Homme (et les animaux) ne peuvent pas, à la différence des végétaux, synthétiser tous les AA (ou bien, cette synthèse est trop longue pour les besoins du métabolisme intermédiaire).

Chez 1'Homme, on considère que 8 AA sont indispensables : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophanne et valine (POLONOWSKI: "Biochimie Médicale").

On trouve ces AA aussi bien dans les protéines d'origine animale que dans les protéines d'origine végétale : seules diffèrent les teneurs et les combinaisons.

Si l'on veut bien considérer les protéines d'après leur composition en AA, l'opposition protéines animales - protéines végétales, est dépassée.

D'une manière générale, il est exact que les protéines végétales ne sont pas utilisées aussi efficacement par l'Homme pour sa croissance et son entretien que ne le sont les protéines animales : du fait de leur composition en AA, les denrées comme le lait, les oeufs, le poisson et la viande correspondent mieux à ses besoins et sont mieux assimilées.

Mais, si on s'adresse à des combinaisons de protéines végétales d'origines variées, ce qui permet de combler les lacunes de chacune, on pourra se rapprocher de la

valeur nutritionnelle des protéines animales. Les déficits en AA de l'une ou de l'autre seront ainsi corrigés.

Ainsi, les besoins doivent non seulement tenir compte de l'azote total fourni, mais aussi des AA essentiels et de leur combinaison au sein de la protéine. C'est l'aspect *qualitatif* des besoins en protéines.

La qualité nutritionnelle d'une protéine est déterminée par la quantité et la proportion des AA essentiels, mais il est aussi nécessaire que *tous* les AA soient présents en quantité suffisante. Cette qualité est plus déterminée par la combinaison correcte des différents AA utilisables que par les quantités absolues des AA essentiels.

En résumé, les protéines apportent à l'organisme deux groupes d'éléments :

*a) Les AA essentiels :*

qui doivent absolument être apportés par l'alimentation, car ils sont indispensables à l'organisme humain qui est incapable de les synthétiser.

*b) Les AA non essentiels :*

dont l'azote, aussi, est nécessaire à la synthèse des protéines ou à d'autres composés azotés.

Un déficit global en AA non essentiels diminue la valeur nutritionnelle de la protéine comme le fait un déficit en un ou plusieurs AA essentiels.

Les protéines peuvent être caractérisées par le rapport E/T : proportion de l'azote total (T) fourni par les AA essentiels (E) :

$$\frac{E}{T} = \frac{\text{mg d'AA essentiels}}{\text{g d'N total}} \text{ ou } \frac{\text{mg d'AA essentiels}}{\text{g de pr. brutes}^*}$$

* (N × 6,25)

De même, on peut définir le rapport E/N qui existe entre les AA essentiels et non essentiels d'une protéine.

En prenant comme unité (et pour des raisons pratiques) le tryptophanne et en évaluant la teneur d'une protéine en ses différents AA constitutifs, on peut déterminer la proportion de chacun d'entre eux.

D'où le rapport A/E : proportion qui existe entre la quantité d'un AA essentiel et la quantité totale des AA essentiels de la protéine.

Une protéine sera bien décrite si l'on donne à la fois les rapports A/E et E/T.

### *3°) LA COMBINAISON TYPE. LES PROTEINES DE REFERENCE.*

Le problème est d'établir une *combinaison type idéale d'AA*, telle que les AA soient en quantités absolues et relatives idéales. Ainsi, dans cette protéine il y a un minimum d'interactions métaboliques indésirables. Cette protéine représente la *protéine optimale* pour l'alimentation de l'Homme.

*Le Groupe d'experts des besoins en protéines* (FAO-OMS, 1963) (38)

> *"a conclu que la combinaison type des AA dans une protéine joue un rôle plus important pour en déterminer la qualité nutritionnelle que la teneur en AA indispensables sur laquelle on insistait auparavant".*

La combinaison d'AA d'une protéine idéale est telle que les produits absorbés sont complètement utilisés par l'organisme (pour l'anabolisme protéique ou pour d'autres processus métaboliques).

Cette protéine théorique peut être définie comme une *protéine de référence.*

Pour des raisons pratiques, on dit qu'elle a une utilisation protéique nette (UPN) égale à 100 :

| U P N = 100 |
|---|

La détermination de la combinaison type est utile, car elle rend possible la comparaison, comme à un *étalon de mesure*, des combinaisons effectivement rencontrées dans les régimes.

En 1958, le Comité de la FAO avait proposé une combinaison type *provisoire*, dont il s'est avéré, par la suite, que les taux de tryptophanne, de méthionine-cystine, et de lysine étaient trop élevés.

Or, si l'on tient compte de ces valeurs excessives, et si l'on réduit certains taux d'AA, on obtient des combinaisons retrouvées dans des protéines de haute valeur nutritive, comme celles du *lait de femme* ou de *l'oeuf de poule*.

Pour des raisons de commodité, c'est la combinaison d'AA *essentiels de l'oeuf de poule entier* qui a été choisie comme référence.

Il est à noter qu'il n'a pas été tenu compte des AA non essentiels. Donc, en fait, ce n'est pas la *protéine* de l'oeuf qui a été choisie comme protéine de référence. Mais, il est vrai qu'il existe un rapport étroit entre les AA essentiels et les AA non essentiels, et l'on peut parler, sans que celà soit un abus excessif de langage, de la protéine d'oeuf comme protéine de référence.

Les *avantages* de ce choix résident dans le fait que cette combinaison constitue, d'une part, l'optimum pour les enfants en pleine croissance (et aussi pour d'autres états), et d'autre part, cette combinaison permet une comparaison facile des déséquilibres d'AA que l'on peut trouver dans des protéines de moindre qualité.

Ainsi, nous sommes arrivés maintenant au point où nous pouvons faire la synthèse entre les aspects quantitatif et qualitatif des besoins en protéines.

L'estimation quantitative des besoins est faite par rapport à une protéine de référence.

Comme la plupart des protéines effectivement consommées même les meilleures, n'ont pas cette qualité "idéale", on les affecte d'un coefficient de correction (cf. infra).

*Remarque (8) : La protéine de l'oeuf est controversée comme protéine de référence.*
*Des analyses modernes ont montré que la composition chimique de la protéine de l'oeuf différait de celle donnée par le Comité sur les besoins en protéines, en particulier en ce qui concerne les AA facteurs limitants (CRESTA, FAO, 1969).*
*En attendant qu'une meilleure protéine soit choisie ou théoriquement élaborée, la protéine d'oeuf reste reconnue et acceptée comme protéine de référence.*

*4°) DESEQUILIBRE DES ACIDES AMINES.*

Les protéines effectivement rencontrées dans l'alimentation humaine présentent souvent des combinaisons d'AA déséquilibrées, ce qui permet de faire leur distinction quant à leur valeur nutritionnelle.

Ces déséquilibres sont fréquents et divers :

- Par exemple, un AA peut voir son utilisation diminuée, si l'on introduit dans l'organisme un AA de structure voisine (concurrence métabolique) :

. un excès de leucine perturbe l'utilisation de l'isoleucine et de la valine,

. un excès de lysine perturbe l'utilisation de l'arginine.

- Une augmentation, même modérée, de certains AA peut accroître les besoins afférents aux autres AA, quand la ration protéique totale est quantitativement faible.

- Il s'est avéré (expérimentalement) que des quantités excessives de certains AA peuvent provoquer des réactions d'intoxications, et ce d'autant plus que l'alimentation est globalement pauvre en protéines (par exemple avec les AA suivants : méthionine, thyrosine, histidine).

- Il existe aussi un déséquilibre dû à *l'azote des AA non essentiels*. Le critère est ici le rapport E/T :

. Si E/T est trop élevé, l'azote des AA essentiels se trouve reconverti en azote d'AA non essentiels (qui, bien que non essentiels, sont cependant indispensables à la synthèse des protéines).

C'est le cas des protéines du lait de femme et de l'oeuf, par rapport à ce qui est requis pour les enfants les plus âgés et les adultes (et aussi pour les nourrissons, dans le cas d'une ration lactée faible) : ce n'est pas un des AA essentiels qui manque, mais l'azote non essentiel.

. Certains AA essentiels se transforment plus facilement que d'autres en AA non essentiels, ce qui modifie la combinaison des AA essentiels.

. La composition de la fraction non essentielle n'a pas d'importance du point de vue nutritionnel, car ces AA sont interchangeables comme source d'azote :

*"Rien ne permet de penser qu'il faille tenir compte de la combinaison d'AA non essentiels dans l'estimation de la qualité protéique des aliments ordinaires" (54).*

*5°) FACTEURS LIMITANTS.*

Ainsi, la valeur (nutritionnelle ou biologique) d'une protéine est sous la dépendance de la proportion des AA qui la composent.

Si les protéines d'une ration alimentaire n'ont pas la composition adéquate en AA :

- ceux qui sont en surproportion ne sont pas utilisés et sont gaspillés ;

- et, par conséquent, celui des AA qui est le plus déficient dans la ration *limite* l'utilisation de tous les autres, c'est-à-dire la protéine elle-même : il joue le rôle de *facteur limitant* (qu'on appelle, en l'occurrence, *primaire*. Pour les AA un peu moins déficients, on définit par analogie les facteurs limitants secondaire, tertiaire...).

Si le facteur limitant est un AA essentiel,c'est un AA limitant, qu'on peut définir ainsi :

c'est l'AA essentiel d'une protéine qui présente en pourcentage le plus grand déficit par rapport à la teneur (en cet AA) de la même quantité d'une autre protéine prise comme protéine de référence.

Ainsi, si dans une protéine, *un* des AA essentiels est en quantité insuffisante de 50 % (par rapport aux autres AA, et en se référant à la combinaison type de la protéine de référence), la valeur biologique de la protéine est abaissée de moitié.

Cette caractéristique du facteur limitant est à la base de toute notre étude, nous voulons, d'emblée, en donner deux illustrations :

*a) La cuisson des aliments* :

Les molécules de protéines subissent, sous l'effet de la chaleur, une dégradation partielle.

Il y a des aliments immédiatement labiles, et d'autres momentanément résistants aux effets thermiques.

Ainsi un grillage peut *modifier la nature* du facteur limitant d'une protéine. Nous donnons deux tableaux :

- Le premier (tableau n°2) montrant la *hiérarchie des aliments en fonction de leur sensibilité*, par considération de la perte de lysine, après une heure et deux heures de chauffage.

- Le deuxième (tableau n°3) montre les *modifications du facteur limitant* quand on considère l'ensemble des AA de la protéine.

(Cette cuisson a néanmoins un aspect positif, car l'aliment est rendu ainsi plus facilement assimilable par l'organisme, et il se forme d'autres produits qui donnent odeur et saveur aux aliments cuits).

Tableau n°2 : Hiérarchie des aliments en fonction de leur sensibilité, par considération de la perte de lysine, après :

| 1 heure de chauffage | 2 heures de chauffage |
|---|---|
| . lait en poudre | . lait en poudre |
| . farine de poisson | . tourteau de coton |
| . farine de blé | . tourteau d'arachide |
| . tourteaux de coton | . farine de blé |
| et d'arachide | . farine de poisson |

Tableau n°3 : Répercussion du grillage sur le facteur limitant quand on considère l'ensemble des AA de la protéine :

| Aliment | Cru | Grillé (150°) |
|---|---|---|
| . tourteau de coton | - 65 Meth. | - 66 Lys. |
| . tourteau d'arachide | - 74 Meth. | - 80 Lys. |
| . farine de blé | - 73 Lys. | - 83 Lys. |
| . farine de poisson | - 27 Meth. | - 38 Meth. |
| . poudre de lait | - 29 Meth. | - 100 Lys. |

*Meth. : méthionine, Lys. : lysine.*

*Les chiffres représentent les indices chimiques.*

*(d'après 2).*

*b) La supplémentation :*

Elle est d'une portée considérable, et nous lui consacrerons, plus loin, de plus longs développements.

Si une ration possède des protéines dont un (ou plusieurs) des AA est très déficitaire, on apporte d'une manière ou d'une autre cet AA : la valeur biologique de l'ensemble remonte très vite.

Par exemple, les céréales sont déficitaires en lysine : AA dont les produits animaux (viande, oeufs,lait, poisson) sont riches. Les produits animaux supplémentent donc les céréales.

La richesse en protéines animales revalorise les régimes à base de céréales (et de féculents). On retrouve ainsi, par ce biais, la distinction protéines animales - protéines végétales. Mais les protéines animales sont rares et coûteuses, aussi s'adresse-t-on à des associations judicieuses de protéines végétales, ou à des protéines animales peu coûteuses (farine de poisson, par exemple) pour supplémenter les régimes déficitaires. Les légumineuses apportent aussi des protéines de qualité.

## *VII - LES DIFFERENTS COEFFICIENTS UTILISES POUR CARACTERISER LES PROTEINES. DEFINITIONS.*

### *1°) LA DIGESTIBILITE.*

La digestibilité d'une protéine dépend de la proportion dans laquelle l'azote contenu dans l'aliment consommé est absorbé par l'intestin :

$$\text{digestibilité} = \frac{\text{N absorbé par l'intestin}}{\text{N total de l'aliment}}$$

*2°) LA VALEUR BIOLOGIQUE (VB).*

La valeur biologique (VB) d'une protéine est fonction de sa composition en AA : elle indique la proportion de l'azote absorbé qui est retenu par l'organisme.

(Pour sa détermination, on fournit une quantité de protéine juste égale à la ration d'entretien, afin que l'efficacité d'utilisation soit maximale.

On retranche de l'azote fécal et urinaire, la quantité d'azote excrétée de toute façon si le régime était exempt de protéine).

$$VB = \frac{\text{N retenu par l'organisme}}{\text{N absorbé par l'intestin}}$$

*3°) L'UTILISATION PROTEIQUE NETTE (UPN).*

L'utilisation protéique nette (UPN) est la proportion d'azote de l'aliment consommé qui est retenu par l'organisme :

$$UPN = \text{digestibilité} \times VB$$

$$UPN = \frac{\text{N absorbé par l'intestin}}{\text{N total de l'aliment}} \times \frac{\text{N retenu par l'organisme}}{\text{N absorbé par l'intestin}}$$

$$UPN = \frac{\text{N retenu par l'organisme}}{\text{N total ingéré}}$$

(mêmes remarques que pour VB).

Ce coefficient (UPN) est l'*indicateur* le plus utile de la valeur nutritionnelle d'une protéine :

. il est élevé pour les protéines animales, ainsi que pour les légumineuses et les oléagineux, certaines céréales (riz, millets), certains légumes à feuilles ;

. par contre, maïs et blé doivent être complémentés avec des protéines d'origine animale ou végétale à valeur nutritionnelle supérieure ;

. l'UPN diminue si la ration calorique décroît ou si la ration protéique est trop forte.

On définit aussi :

- *L'UPN standard* (UPN st.) quand le régime fournit suffisamment de calories et une ration protéique juste égale à la ration d'entretien.

- *L'UPN opérationnelle* (UPN op.) est obtenue quand les conditions sont celles de la consommation ordinaire.

(Rappelons que l'UPN de la protéine de référence est égale à 100).

*4°) LA VALEUR NETTE DES PROTEINES ALIMENTAIRES (VNpA).*

C'est le produit de la teneur en protéines d'une ration par l'UPN des protéines qui la composent.

*5°) LES CALORIES DERIVEES DES PROTEINES ALIMENTAIRES NETTES PAR RAPPORT A 100 CALORIES DE REGIME (Cals p AN %).*

$$\text{Cals p AN \%} = \frac{\text{Calories d'origine protéique}}{\text{Total des calories métabolisables}} \times 100 \times \text{UPN op.}$$

ou % de calories d'origine protéique × UPN op.

C'est la teneur d'un régime en protéines utilisables, exprimée en % de calories d'origine protéique dans le total des calories métabolisables.

Si un régime fournit suffisamment de calories, il faut au moins que 5 % de ces calories soient apportées par des protéines utilisables,chez l'adulte,et, 8 % chez le nourrisson (ce qui est le cas du lait maternel).

*6°) L'INDICE CHIMIQUE.*

C'est le rapport :

$$\frac{\text{Taux de chaque AA essentiel d'une protéine alimentaire}}{\text{Taux du même AA dans la même quantité de la protéine de référence}} \times 100$$

*7°) L'INDICE PROTEIQUE.*

(Il est calculé en prenant l'oeuf de poule entier comme protéine de référence) :

on calcule les teneurs des AA essentiels des protéines présentes dans la ration alimentaire. La quantité de chaque AA essentiel des protéines présentes dans la ration est alors divisée par l'azote total de la ration : on obtient la teneur en AA essentiel par gramme d'azote de la ration.

Ce chiffre est alors comparé à celui de la teneur de l'AA correspondant de l'oeuf de poule : le rapport obtenu est l'indice protéique.

(Rappelons que l'AA pour lequel le % est le plus bas est dit "limitant").

*8°) LES COEFFICIENTS DE CONVERSION SPECIFIQUES.*

La conversion de l'azote en protéine s'effectue pour les différentes céréales à partir de coefficients de conversion spécifiques :

par exemple, pour le riz, ce coefficient est de 5,95. Pour les protéines, d'une manière générale, on prend le coefficient 6,25 parce que les protéines alimentaires fournissent, en moyenne 16 % d'azote.

*Tableau n° 4 :*

Nous illustrons quelques-unes de ces définitions par deux exemples (chiffres donnés par le Bilan Alimentaire Mondial 1960-62, FAO, Rome, 1966).

*a) Celui de la France :*

où l'apport moyen du régime alimentaire est de :

- (Cal.) 3050 calories par personne et par jour,
- (Prot.Tot.) et 99,4 g de protéines totales par jour et par personne

soit en utilisant le facteur de conversion (1 g de protéine égale 4 calories), le nombre de calories de la ration d'origine protidique : 99,4 × 4 = 397,6 calories d'origine protidique.

On rapporte ce chiffre à celui des calories totales, et on obtient :

- (Taux Cal. Prot.) le taux de calories protéiques, en % :

$$\frac{397,6 \times 100}{3050} = 13,0\ \%$$

- (UPN op.) : l'utilisation protéique nette opérationnelle étant en France de 56 % (donnée expérimentale), on peut déterminer :

- (Cals p AN %) : le nombre de calories dérivées des protéines alimentaires nettes en % de calories totales (ou taux de calories protéiques nettes) :

  Cals p AN % = Taux Cal. Prot. × UPN op.

  soit : Cals p AN % = 13,0 % × 56 % = 7,3 %.

*b) Faisons les mêmes calculs pour l'Inde* (régime à 1980 calories, 52,2 g de protéines totales et UPN op. 53) :

- nombre de calories de la ration d'origine protidique :

  $$52,2 \times 4 = 208,8 \text{ cal.}$$

- taux de calories protéiques : $\frac{208,8 \times 100}{1980} = 10,5\ \%$.

- d'où taux de calories protéiques nettes :

  Cals p AN % = 10,5 % × 53 % = 5,6 %.

Ce résultat traduit bien l'infériorité à la fois qualitative et quantitative de la ration protéique Indienne par rapport à la ration Française.

*9°) LE TAUX DE CALORIES PROTEIQUES.*

| 1 gramme de protéine = 4 calories |
|---|

Il est calculé en utilisant le facteur général de conversion. Il faudrait, en fait, utiliser des coefficients spécifiques pour chaque aliment :

*"L'emploi du coefficient 4 pour tous les aliments entraîne une surestimation du taux de calories protéiques qui est d'autant plus forte que la part des protéines végétales dans la ration est plus grande" (8).*

*10°) LE COEFFICIENT D'EFFICACITE PROTEIQUE (CEP).*

C'est le gain de poids d'un animal en développement (ou d'un nourrisson), divisé par sa ration protéique, étant entendu que les apports caloriques et protéiques sont convenables (ni excessifs ni déficients).

Cette détermination est basée sur le principe que le gain de poids est proportionnel à l'accroissement des protéines dans l'organisme, ce qui n'est exact qu'en première approximation.

(Voir tableau n°4, pages précédentes).

## *VIII- L'EFFICACITE DE L'UTILISATION DES PROTEINES.*

Est fonction de plusieurs facteurs :

*1°) SA COMPOSITION EN AA :*

qui est plus ou moins proche du modèle de référence.

*2°) LE % DE PROTEINES DANS LE REGIME :*

s'il augmente, l'efficacité d'utilisation diminue (déviation métabolique à des fins énergétiques et non anaboliques), de même s'il y a une :

*3°) INSUFFISANCE D'APPORT CALORIQUE :*

dans ce cas, les protéines sont utilisées en premier à des fins énergétiques :

*"La réduction de la valeur protéinique d'un régime est à peu près deux fois celle de la restriction calorique" (PLATT, 1966, 78).*

*"A notre avis la majeure partie de la malnutrition protéique dans le monde est due à une insuffisance en calories" (63).*

Nous apporterons, plus loin, des nuances à cette affirmation en étudiant les disponibilités des différentes régions du monde, en calories et en protéines, en pourcentages des besoins respectifs.

Mais il est sûr qu' "il est impossible d'établir les besoins en protéines sans établir concomitamment ceux en calories".

*4°) LES NIVEAUX EN VITAMINES ET MINERAUX.*

Donnons un exemple, celui de la niacine.

S'il existe une carence en cette vitamine, le tryptophanne se transforme en niacine, même s'il n'existe pas en quantité suffisante pour la synthèse des protéines (54).

## IX - CONCLUSIONS SUR LES BESOINS EN PROTEINES.

(Voir tableaux n°5 et n°6, pages suivantes).

Les besoins protéiques d'une *population* sont déterminés en tenant compte :

- du poids des individus, de la répartition par sexe et par âge d'une part,
- et d'autre part, de la qualité des protéines fournies (c'est-à-dire de l'UPN op.).

On connait les besoins en protéines de référence accrus de 20 % pour couvrir les besoins de 97,5 % de la population.

Il est facile de calculer les besoins en grammes de protéines locales (pour tenir compte du fait que ces protéines ne sont pas "idéales"), grâce au facteur de correction :

$$\frac{\text{UPN} = (100)}{\text{UPN op.}}$$

Ainsi, selon les pays, les besoins protéiques varient *de 83 à 51 g*. Nous verrons dans l'étude des consommations par grandes régions du monde que ces besoins sont souvent insatisfaits.

Quant aux besoins protéiques *individuels* il faut distinguer deux cas :

a) Ou bien les disponibilités sont *suffisantes*, et l'on peut conserver l'opposition classique protéines animales - protéines végétales en recommandant des apports respectifs de 55 et 45 %. Le pourcentage global de calories d'origine protéique représentant selon les auteurs de 8-10 % (YUDKIN en Grande-Bretagne) à 13 % de la ration.

b) Si les disponiblités sont *insuffisantes* (c'est dans le monde, le cas pour plus d'une personne sur deux) : vu la pénurie des apports de protéines d'origine animale, et en attendant le développement de

Tableau n°5 : Besoins totaux en protéines (de référence) pour la croissance et l'entretien (d'après 63).

| | Calories | Protéine de référence | |
|---|---|---|---|
| | | g | % |
| - hommes | 3200 | 35 | 4,4 |
| - femmes | 2300 | 30 | 5,2 |
| - femmes enceintes | 2500 | 40 | 6,4 |
| - femmes allaitantes | 3300 | 60 | 7,3 |
| - 1 an | 1200 | 25 | 8,3 |
| - 5 ans | 1700 | 30 | 7,1 |
| - 15 ans | 2900 | 35 | 4,7 |

(Pour obtenir les besoins en protéines locales, on multiplie les quantités de protéines données dans ce tableau par le rapport 100/ UPN op., par exemple, pour la France : 100/56 = 1,8).

*Tableau n°6 : Rations quotidiennes recommandées (NAS-NRC, USA, en g de protéines locales) (79).*

| | Age (ans) | Calories | Protéines (g) | % de calories d'origine protéique |
|---|---|---|---|---|
| - *hommes* | 25 | 3200 | 65 | 8,1 % |
| | 45 | 2900 | -- | 8,6 % |
| | 65 | 2600 | -- | 10,0 % |
| - *femmes* | 25 | 2300 | 55 | 9,5 % |
| | 45 | 2100 | -- | 10,4 % |
| | 65 | 1800 | -- | 12,4 % |
| - *femmes enceintes (3ème trimestre)* | | + 400 | 80 | 11,8 % |
| - *femmes allaitantes (850 ml/jour)* | | +1000 | 100 | 11,8 % |
| - *nourrissons* | 1- 3 mois | kg x 120 | kg x 3,5 | 11,6 % |
| | 4- 9 mois | kg x 110 | -- | 12,7 % |
| | 10-12 mois | kg x 100 | -- | 14,0 % |
| - *enfants* | 1- 3 ans | 1200 | 40 | 13,3 % |
| | 4- 6 ans | 1600 | 50 | 12,5 % |
| | 7- 9 ans | 2000 | 60 | 12,0 % |
| - *garçons* | 10-12 ans | 2500 | 70 | 11,2 % |
| | 13-15 ans | 3200 | 85 | 10,6 % |
| | 16-20 ans | 3800 | 100 | 10,5 % |
| - *filles* | 10-12 ans | 2300 | 70 | 12,1 % |
| | 13-15 ans | 2500 | 80 | 12,8 % |
| | 16-20 ans | 2400 | 75 | 12,5 % |

*(Ces recommandations couvrent les besoins de la majorité des sujets exerçant une activité modérée sous un climat tempéré).*

leur production, il faut que les consommateurs puissent satisfaire la plus grande part de leurs besoins protéiniques grâce aux protéines d'origine végétale. Pour celà, il faut palier à leur déficience en les complémentant les unes les autres en variant la consommation de protéines végétales locales.

Il faut aussi encourager la consommation des "protéines nouvelles" et s'efforcer à développer toutes les sources de protéines d'origine animale.

Dans la suite de notre travail, nous montrerons quels sont les pays où les apports protéiniques sont quantitativement et qualitativement insuffisants, et quelles sont les solutions qu'il faut apporter pour remédier à cette situation.

---

# DÉTERMINATION DE L'ÉTAT NUTRITIONNEL DES POPULATIONS (ET DE LEURS DISPONIBILITÉS ALIMENTAIRES)

---

## *I - SON INTERET.*

Du bon ou du mauvais état nutritionnel des populations dépend :

- une plus ou moins grande aptitude au travail (et donc une productivité plus ou moins élevée),
- une résistance variable aux affections, particulièrement aux maladies infectieuses,
- et, fait encore plus important, car il s'agit de l'avenir du pays, le développement physique et intellectuel satisfaisant des enfants.

Pour ces raisons essentielles, les gouvernements doivent posséder les données les plus complètes sur l'état nutritionnel exact des populations dont ils ont la charge. En outre, grâce à des déterminations répétées dans le temps, ils pourront suivre l'évolution de la situation et juger selon l'aggravation ou l'amélioration constatée, s'ils doivent changer ou poursuivre la politique engagée.

Si l'intérêt de cette détermination apparaît ainsi, à l'évidence, il faut souligner d'emblée la complexité d'une telle tâche, entreprise à l'échelle d'un pays, surtout quand on sait combien il est délicat de porter un jugement sur l'état nutritionnel des individus pris isolément.

## II - DEUX VOIES POSSIBLES D'INVESTIGATION.

Les experts chargés d'apprécier l'état nutritionnel d'une population, ont à leur disposition deux voies possibles d'investigation :

1 - *UN CALCUL THEORIQUE DE CONSOMMATION* à partir des productions, c'est-à-dire la détermination des disponibilités *globales* de l'ensemble des habitants,

2 - *UNE ETUDE SUR LE TERRAIN* réalisée au moyen d'*enquêtes cliniques et alimentaires* d'*échantillons* représentatifs de la population.

Ces deux méthodes, que nous développons dans les paragraphes suivants, se complètent car elles abordent le même problème sous deux aspects différents.

On peut constater que nous ne parlons pas des "statistiques hospitalières" (de morbidité, de mortalité...) recueillies dans les hôpitaux, les dispensaires, etc. Tous les renseignements étant utiles, il ne faut certes pas ignorer cette source.

Cependant, il faut toujours garder présents à l'esprit quelques faits qui rendent ces statistiques inutilisables pour une détermination exacte de la situation.

En effet, ces établissements sont, en général,

rares et ne couvrent pas tout le pays. Ils ne reçoivent donc pas tous les malnutris ou les sous-nutris.

Quand ils existent, il n'est pas possible d'extrapoler les données chiffrées qu'ils pourraient fournir, car ils opèrent un véritable draînage -artificiel- des cas.

Dans ces conditions la population "hospitalière" n'est pas représentative de la population générale.

Il existe une autre difficulté avec les statistiques hospitalières : c'est que, bien souvent, la malnutrition n'y est pas signalée, n'est pas décomptée. Le malade est en général placé sous la rubrique d'une maladie concomitante, par exemple une maladie infectieuse.

Il faudrait donc procéder à une étude détaillée des dossiers médicaux, cas par cas.

## *III - UN CALCUL THEORIQUE DE CONSOMMATION GLOBALE A PARTIR DES PRODUCTIONS.*

Schématiquement, on considère les statistiques de la production agricole du pays, auxquelles on ajoute les importations et on retranche les exportations.

Il suffit alors de diviser ces disponibilités par le nombre d'habitants pour avoir une idée de la consommation par personne et par an.

Cette méthode appelle quelques remarques.

Elle nécessite une structure administrative très développée et très centralisée et une connaissance de l'état démographique du pays. Celui-ci doit être continuellement mis à jour par des recensements séparés par des enquêtes partielles permettant de suivre l'évolution au jour le jour.

Bien peu de pays du Tiers-Monde, en admettant qu'il y en ait, répondent à de telles exigences !

Comment évaluer exactement les productions agricoles, quand on sait que dans ces pays la part des productions commercialisées (et donc quantitativement connues) est très faible par rapport à ce qui est autoconsommé. (La détermination de l'autoconsommation nécessite donc des enquêtes complémentaires).

Même, pour des estimations en apparence relativement simples, comme celle de la quantité de têtes de bétail, les résultats ne peuvent être obtenus qu'avec une marge d'erreur importante. Peut-être faut-il incriminer la "peur de l'impôt", peur ancestrale et universelle, toujours est-il que le fait est là.

Les données relatives au commerce extérieur sont un peu moins sujettes à caution. Les services des douanes, du fait des ressources financières qu'ils assurent, sont assez bien organisés dans la plupart des pays, et l'on peut faire une confiance plus grande à leurs statistiques. Celles-ci sont d'ailleurs corroborées par les statistiques des transporteurs (maritimes ou autres), et celles des douanes des autres pays.

Quant aux données démographiques, bien peu de pays du Tiers-Monde peuvent fournir des chiffres crédibles. Pour beaucoup l'état civil est de création récente, et la couverture totale du territoire n'est pas encore achevée.

A celà s'ajoutent les difficultés dues aux populations nomades qui franchissent périodiquement les frontières. Ces populations migrantes sont difficiles à estimer et à classer.

Ainsi, il apparaît que cette méthode de calcul théorique des consommations est bien grossière. Elle ne donne que des résultats globaux, moyens "uniformisant" les disponibilités, quels que soient l'âge, le sexe, le revenu, le lieu de domicile des consommateurs, ainsi que la période de l'année.

Elle est cependant utilisée (cf. le chapitre sur les "Disponibilités alimentaires"). Son intérêt provient de la confrontation de ses résultats avec ceux de la méthode par enquêtes.

## *IV - L'APPROCHE PAR LES ENQUETES CLINIQUES ET LES ENQUETES ALIMENTAIRES.*

La méthode précédente exigeant des moyens considérables qui sont, en général, supérieurs aux ressources que la plupart des pays du Tiers-Monde peuvent raisonnablement consacrer à de telles études, et, d'autre part,ne fournissant que des résultats globaux et approximatifs, il s'est avéré nécessaire de mettre au point et d'utiliser d'autres méthodes.

Au lieu de posséder des résultats généraux, mais inexacts, il vaut mieux faire des recherches précises, plus localisées, mais cernant de plus près la réalité.

C'est le principe des *enquêtes*. Il suffit alors d'appliquer les règles qui sont maintenant de mieux en mieux codifiées, pour à partir des résultats obtenus sur des "populations-échantillons" -résultats "statistiquement significatifs"-, avoir un ensemble de photographies de situations locales, que l'on peut alors, sans trop d'erreur, généraliser à l'ensemble du pays.

Cette méthode des enquêtes, permet à moindres frais, d'avoir une idée beaucoup plus réaliste de la situation.

Elle offre par rapport à la méthode précédente un avantage supplémentaire. En effet, si dans la méthode des calculs théoriques, on avait comme résultat les disponibilités par an et par habitant, de façon globale, ici, par contre, la méthode étant beaucoup plus fine, on dispose, en outre des résultats moyens, d'éléments permettant de juger de la variabilité des phénomènes (paramètres de dispersion).

De plus, on peut avoir une idée plus exacte, et donc plus intéressante sur le plan nutritionnel, des consommations selon le sexe, l'âge, etc, et on peut faire le point de ce qui est réellement consommé car une part importante des disponibilités est perdue en gaspillage ou en déchets.

Les études cliniques, elles, permettent d'apprécier le "résultat" de ces consommations et de discriminer, du moins mieux que toutes les autres méthodes, ce qui revient effectivement aux apports alimentaires, essentiellement dans leur insuffisance quantitative ou (et) qualitative, de ce qui revient aux autres facteurs qui, nombreux, interviennent aussi dans l'établissement de la santé des individus.

Le docteur H. DUPIN qui a effectué personnellement de nombreuses enquêtes sur le terrain (en Afrique) et qui est l'une des personnes qui connait le mieux en France ces problèmes méthodologiques et pratiques, insiste sur deux caractéristiques indispensables que doivent comporter les enquêtes entreprises de nos jours (33) :

1 - Il n'est plus possible de travailler "en amateur". Aujourd'hui, on ne devrait plus voir de petites équipes de un ou deux médecins, accompagnés de quelques collaborateurs et auxiliaires, partir sur le terrain, sans études préalables précises, ni sans plan de travail rigoureux. Quelle valeur peut-on accorder aux résultats de ces promenades plus touristiques que scientifiques ?

Ces gaspillages de temps, d'argent et de "compétences" ne sont plus admissibles. Fait plus grave, à partir des résultats erronés ainsi avancés, on ne peut pas s'étonner de voir échouer les politiques entreprises. Il est toujours très difficile, ensuite, de faire disparaitre le discrédit sur une profession ou sur une méthode.

2 - Les enquêtes sur l'état de nutrition des populations ne doivent pas se contenter de suivre des règles précises. Il ne suffit pas de faire des études cliniques ou de consommation alimentaire des ménages, il faut intégrer ces études dans un cadre plus général associant des *disciplines variées* :

> *"l'enquête nutritionnelle ne prend tout son sens que si elle fait partie d'un ensemble beaucoup plus vaste interdisciplinaire ...*
> *et visant à une approche globale de l'ensemble des facteurs qui conditionnent l'amélioration de la santé et le développement économique : la production agricole, les budgets familiaux, la démographie, l'hygiène, les besoins ressentis par le groupe étudié, etc"*

Faire une "bonne" enquête selon les critères de la méthodologie statistique, n'est pas une chose simple ni facile. Il est nécessaire avant de l'entreprendre de réaliser quelques études préalables d'une part, des documents déjà parus, et, d'autre part, sur place, sur le terrain.

A partir de ces différentes données, et, aidés par les conseils des organismes statistiques spécialisés, on pourra établir un plan de travail :

a) définition précise de ce que l'on recherche,

b) choix de l'échantillon,

c) détermination des besoins en personnel, matériel et temps; Fixation du type d'enquête en fonction du budget dont on dispose;

d) prévision de l'exploitation des résultats.

### *a) Définition de ce que l'on recherche.*

Ce n'est pas aussi simple qu'on pourrait le penser au premier abord. Ce premier point, à lui seul, suffit amplement à justifier les préenquêtes.

On pourra, par exemple, se limiter à étudier les enfants d'un certain âge, tel ou tel "groupe-problème", etc, (et, bien sûr, lors des résultats, on ne généralisera pas à l'ensemble de la population), ou, alors, on fera une étude de la population "tout-venant".

La définition de la carence (en supposant que ce soit celà qu'on recherche), n'est pas facile, non plus, à établir : comment déterminer la frontière entre le normal et le pathologique ? Les domaines de la biologie et de la clinique sont bien difficiles à classer en résultats chiffrés.

Ces mises au point préalables devront être réalisées avec beaucoup de soins.

*b) Choix de l'échantillonnage.*

Sans entrer dans les détails mathématiques de la méthodologie statistique, on peut rappeler qu'on établit une "base de sondage" qui correspond à la zone à étudier (liste des villages, par exemple), sur laquelle on procède à des stratifications (bourgs classés par l'importance de leur population).

On procède alors à une randomisation (tirage au sort). On prend soin de vérifier, par exemple, que toutes les ethnies sont équitablement représentées, ainsi que les bourgs éloignés des voies de communication par rapport à ceux qui sont situés sur ces axes, etc. Ceci fait partie de la recherche des biais. (Si ces biais existaient, ce serait que la base de sondage ou que le tirage au sort n'ont pas été correctement effectués).

Parmi les villages "tirés", on peut se contenter d'examiner que quelques unes des familles qui y vivent. On fait un deuxième tirage au sort qui donne cet ensemble de familles.

Si les villages du premier tirage au sort constituent les "unités primaires", les familles désignées par le deuxième tirage représentent les "unités secondaires".

Ces *échantillons* de la population générale, ainsi obtenus, peuvent être, à leur tour, divisés en éléments plus restreints. Ainsi, on peut pratiquer des mesures anthropométriques (examens rapides, peu coûteux, confiés à des auxiliaires médicaux), sur tous les membres des familles tirées au sort : sur l'échantillon dans son ensemble, mais, on se contente, en général, de pratiquer les examens cliniques et biologiques (examens longs, coûteux, nécessitant des personnes qualifiées), que sur quelques membres des familles, désignés de la même façon. On a constitué ce que l'on appelle des "sous-échantillons".

c) *Détermination des besoins en personnel, matériel temps. Problème du budget.*

Le but fixé, les préenquêtes, l'accessibilité et le climat de la région, etc, sont autant de facteurs qui permettent de déterminer ce qui est nécessaire comme personnels des équipes pluridisciplinaires (nombre des équipes, qualification des membres), en matériel (véhicules, équipements divers), et en temps.

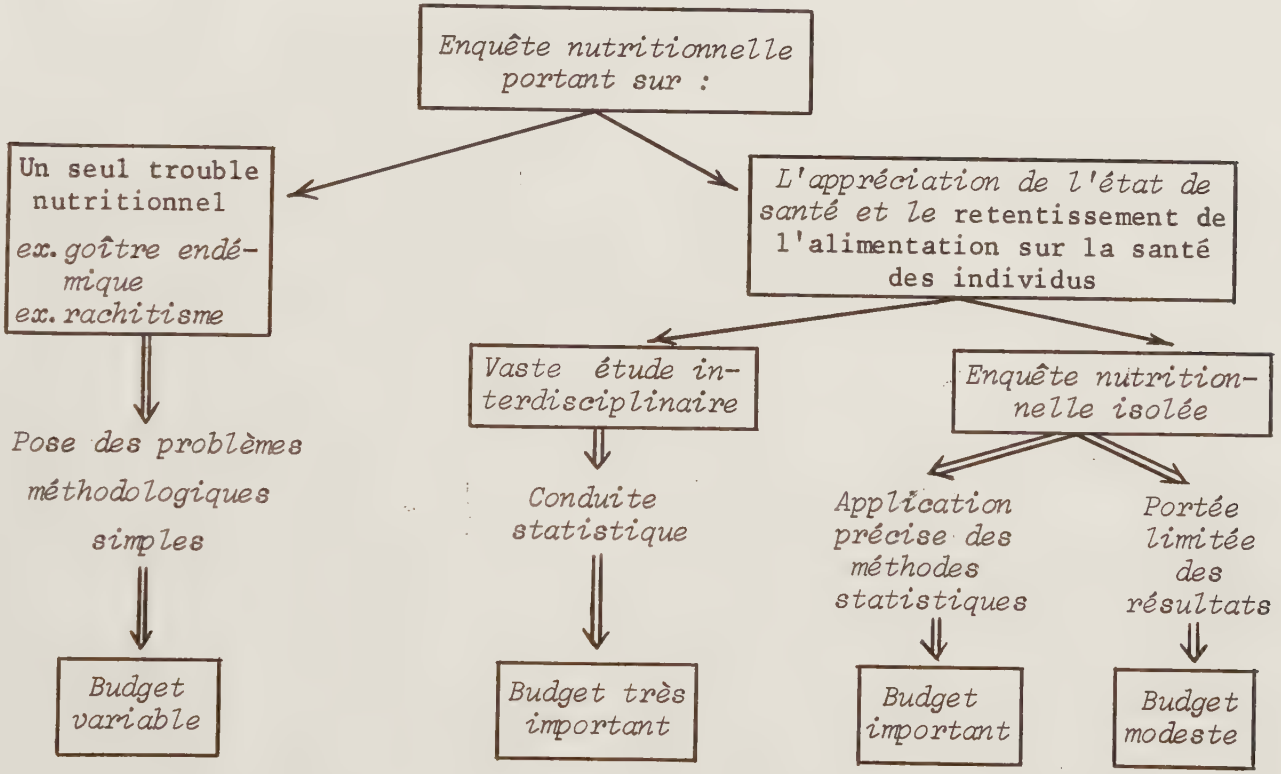
L'époque de l'enquête a une très grande importance. Il sera même parfois utile de l'accomplir en plusieurs périodes, pour juger, par exemple, de l'influence des saisons (période de la soudure) sur l'état nutritionnel.

On choisira parmi les différents types d'enquêtes possibles en fonction des *budgets* dont on dispose. Ce serait gaspiller ses efforts que d'entreprendre des enquêtes nécessitant des moyens financiers supérieurs à ceux que l'on peut consacrer.

Il vaut mieux des petites enquêtes très bien réalisées que de vastes entreprises inachevées, aux résultats, par conséquent, inutilisables.

Il est rare de disposer des budgets nord-américains qui permettent des enquêtes de plusieurs mois sur le terrain, menées par des dizaines de personnes extrêmement qualifiées.

Tableau n°7 : Choix du type d'enquête en fonction du budget disponible et du but poursuivi. D'après H.DUPIN (33).



Aussi, le Dr DUPIN, qui a été confronté à des problèmes aussi pratiques, a-t-il dressé un schéma de ce qui peut être fait en fonction des moyens dont on dispose et des buts poursuivis. On voudra bien le trouver, résumé, dans le tableau ci-contre.

*d) Dès le début de l'enquête, on doit prévoir l'exploitation des résultats.*

Pour celà, lors de la préenquête, on met au point, en fonction des buts poursuivis, ce qui doit être codifié, de façon simple et standardisée, et transcrit sur des fiches.

Les fiches une fois remplies, de façon homogène par tous les enquêteurs sont rassemblées et exploitées mécaniquement ou grâce à l'aide de l'informatique. (Des fiches, mise au point par l'OMS seront exploitées sur le plan international dès 1972).

De toute manière, il faut être modeste et ne pas attribuer aux résultats obtenus une portée supérieure à celle qu'ils ont réellement.

Si l'enquête est bien faite, on pourra utilement en tirer des conclusions et, éventuellement, prendre des mesures, engager une politique.

Il sera alors intéressant, quelques années plus tard, de recommencer une nouvelle enquête dans des conditions aussi rigoureuses que la première fois. Les résultats obtenus permettront de juger de ce qui a été fait. S'ils sont favorables, on pourra ainsi justifier a posteriori de la politique menée. Il sera alors facile de demander aux dirigeants de poursuivre les efforts entrepris.

*Tableau n°8 : Extrait de la Classification Officielle Internationale des maladies (1965).*

*n°267 - Malnutrition protéique :*

. Kwashiorkor
. Kwashiorkor-marasme type
. Syndrome de déficience multiple
. Déficiences protéiques

*n°268 - Marasme nutritionnel :*

. Athrepsie
. Cachexie
. Epuisement extrême
. Marasme

*n°269 - Autres et non spécifiés :*

. Oedème de famine
. malnutrition (non spécifiée par ailleurs)
. poids inférieur à la normale

## V - LES ENQUETES CLINIQUES.

Volontairement, nous avons exclu du cadre de notre travail, les développements concernant les aspects cliniques redevables à une insuffisance (quantitative ou qualitative) de l'alimentation en protéines.

Aussi, profitons nous du fait que nous abordons maintenant les enquêtes cliniques, pour juste mentionner les différents états cliniques qui peuvent être rencontrés.

On trouvera ci-joint un fragment de la classification officielle internationale des maladies (1965).

On constate à l'énumération de ces différents états que, pour le moins, il y a un certain flou.

Sur le terrain, mis à part des cas extrêmement typiques, très affirmés, il est bien difficile de discerner la frontière entre le normal et le pathologique.

On comprend dans ces conditions, la difficulté qu'il y a de "quantifier" ces impressions surtout subjectives, afin de pouvoir réaliser des études statistiques de quelque valeur.

Ainsi, l'examen clinique, physique, s'il est utile en particulier parce qu'il va déceler la présence de maladies concomitantes, ne présente qu'un intérêt limité, quoique indispensable, dans l'analyse fine de l'état nutritionnel d'une population.

Ou bien les signes sont évidents, et il s'agit des grands syndromes caractéristiques, mais relativement rares, ou bien ils sont flous, et l'on ne peut pas tirer de conclusions sérieuses. Or, cette deuxième situation est plus fréquente, et présente, de plus, un intérêt supérieur, car il s'agit d'états prémonitoires sur lesquels une action efficace peut être engagée avec le maximum de réussite pour le moins de frais.

C'est pour ces raisons qu'il est très important que les fiches d'examen soient très bien codifiées afin de rendre le plus homogène possible les interprétations des médecins des différentes équipes.

Nous allons maintenant voir si l'on ne peut pas s'appuyer sur d'autres sortes d'examens aux résultats plus objectifs, par conséquent plus fiables. Nous voulons parler des examens anthropométriques et des examens de laboratoire.

*a) Les examens anthropométriques.*

Les examens anthropométriques (poids, taille, mesure du pli cutané ...) sont, a priori, assez séduisants.

Ils ne sont pas onéreux, car ils demandent peu de matériel, peu de temps, et peuvent être pratiqués par des auxiliaires. Bien sûr, ils doivent être bien réalisés, mais ceci ne nécessite que peu de précautions.

Ils sont bien acceptés par tout le monde, en particulier par les enfants, chez qui, surtout, ils sont réalisés.

Donnant des résultats chiffrés, ils constituent le type même des examens pouvant faire l'objet de calculs statistiques élaborés.

Et pourtant, eux aussi, ne donnent pas entière satisfaction. Examinons pourquoi.

Tout d'abord une première difficulté, bien banale, mais aussi très fréquente surgit. C'est la méconnaissance de l'âge exact des sujets mesurés. Des estimations sont possibles, mais elles introduisent une certaine cause d'erreur.

Ensuite, les chiffres obtenus doivent être comparés avec les chiffres des "enfants normaux". On doit ainsi disposer de tables de référence pour des enfants de même nationalité, de même ethnie, habitant dans le même pays et de même âge.

GOMEZ et JELLIFFE, eux, se sont servis de l'état pondéral comme indicateur de l'état nutritionnel (cf. tabl. 9).

Leurs classifications ne sont qu'indicatives, et même, devront être -comme toujours en médecine- appréciées en fonction de l'état clinique. Un enfant pourra être beaucoup plus malnutri que ne le laisserait supposer son poids, si, par exemple, il présente des oedèmes importants.

Quant à l'étude de la croissance staturale, elle est surtout intéressante chez les enfants en bas âge.

Dans les pays, où les protéines sont fournies aux enfants en quantité insuffisante, on peut résumer ainsi leur évolution :

A la naissance et tant que les enfants sont nourris au sein, la taille et le poids sont normaux. (Ces enfants ont même des chiffres, de taille ou de poids, égaux ou supérieurs à ce qui est constaté chez des enfants européens).

Dans le deuxième semestre de la vie, par contre, du fait que l'alimentation au sein continue, qu'elle est insuffisante et non supplémentée, on constate que les courbes se croisent et que le développement des enfants carencés se fait moins bien. Les phénomènes s'aggravent au fur et à mesure que le temps passe.

A 17 mois (si l'on prend le chiffre moyen de l'Afrique), c'est le sevrage. Six grammes de protéines excellentes apportées par 500-600 g de lait ne sont remplacées par rien.

*Tableau n°9 : L'état pondéral comme indicateur de l'état nutritionnel. Les classifications de F. GOMEZ et de D.B. JELLIFFE.*

*Classification de F. GOMEZ :*

. Malnutrition du 1° degré : déficit pondéral de 10 à 25 % du poids moyen
. Malnutrition du 2° degré : déficit pondéral de 25 à 40 % du poids moyen
. Malnutrition du 3° degré : déficit pondéral supérieur à 40 % " "

*Classification de D.B. JELLIFFE :*

. 1° d° : le poids de l'enfant se situe entre 90 et 81 % du standard
. 2° d° : le poids de l'enfant se situe entre 80 et 71 % du standard
. 3° d° : le poids de l'enfant se situe entre 70 et 61 % du standard
. 4° d° : le poids de l'enfant se situe au-dessous de 60 % du standard

Si une infection, une parasitose survient, l'équilibre précaire de l'enfant est détruit, l'enfant tombe dans le kwashiorkor ou le marasme.

En fait, la période critique ne se situe pas à 17 mois, mais à 6 mois. C'est à ce moment que devra porter l'effort d'éducation nutritionnelle des mères. (cf. ci-après les courbes de tendance générale de la croissance staturo-pondérale des enfants Africains et Européens).

Nous avons ici comparé des enfants Européens et Africains, pour rendre plus visibles les phénomènes. Cette comparaison n'est pas en opposition avec ce que nous avons dit plus haut. Nous avons le droit de l'entreprendre, car il s'agit de comparer des tendances (l'allure générale des courbes), et non des chiffres absolus.

En effet les courbes normales, quelles que soient les origines des enfants, sont soit confondues, soit légèrement décalées, mais toujours d'évolution semblable, parallèle. Ce ne sont pas les chiffres limites qui sont intéressants, c'est la pente des courbes.

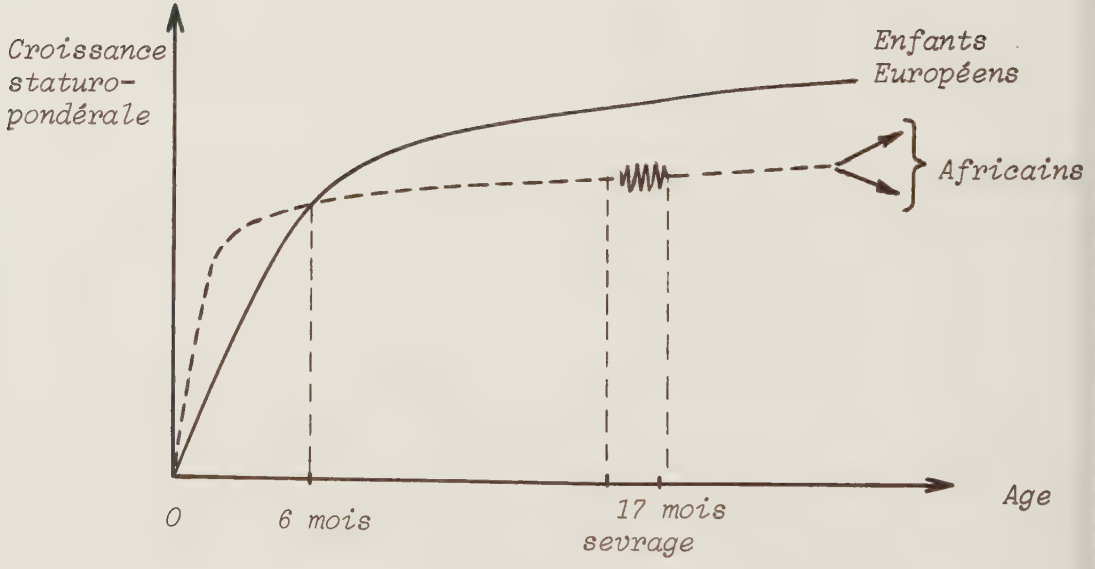
Ainsi, les examens anthropométriques peuvent, dans la mesure où ils traduisent l'état nutritionnel, donner un certain nombre de résultats intéressants.

Ils doivent être toujours corroborés par l'appréciation clinique, et analysés très finement du point de vue statistique.

*b) Les examens de laboratoire.*

Il aurait été intéressant, même au prix d'examens coûteux et délicats, de posséder un outil de travail dans ce domaine, telle une analyse hématologique (dosage spécifique de telle ou telle protéine sanguine) par exemple.

Graphique n° 1




Courbes comparées des tendances générales
des croissances staturo-pondérales
des enfants Européens et Africains

Malheureusement, il n'a pas encore été découvert -et ce n'est pas faute de recherches dans cette voie- d'examen de laboratoire qui puisse être la traduction fidèle, ainsi que l'indicateur précoce de toute altération, de l'état nutritionnel.

Il faut quand même signaler que BRADFIELD et JELLIFFE (16) estiment avoir trouvé un indicateur assez spécifique, et surtout précoce, de l'installation d'une malnutrition chez les enfants, en examinant le diamètre moyen des racines des cheveux, ainsi que leurs modifications morphologiques. Les résultats seraient assez significatifs, mais cette méthode, à notre connaissance, n'a pas encore eu d'application pratique sur le terrain.

Peut-être permetrait-elle de classer plus finement les enfants présentant des signes frustes, catégorie qui constitue une des difficultés évoquées ci-dessus.

## *VI - LES FACTEURS ADJUVANTS.*

Dans le paragraphe précédent nous avons supposé -pour la clarté de l'exposé- que l'état nutritionnel d'un sujet ne dépendait que de sa consommation alimentaire. Cette assertion est en fait artificielle, et donc erronée.

L'état nutritionnel, comme la santé, dont il est un reflet, résulte d'un ensemble complexe de facteurs variés qui se résument en un équilibre sans cesse oscillant autour du normal, atteignant parfois le pathologique.

C'est pour ces raisons que les enquêtes sur la détermination de l'état nutritionnel des populations devront toujours comporter outre un examen physique des sujets, une enquête socio-économique sur leur environnement, sur leurs habitudes alimentaires, etc..., comme une enquête diététique qui précisera exactement, en termes de nutriments les consommations de chacun.

Quand le terrain est déficient -du fait de la malnutrition-, les parasitoses, les maladies infectieuses, les troubles digestifs, etc, trouvent des conditions propices à se développer et à avoir des répercussions graves. (Chez les enfants d'Afrique noire, par exemple, la rougeole entraîne 95 % de léthalité) (20).

Mais aussi, quand une maladie infectieuse, une agression quelconque survient chez un enfant à l'état nutritionnel précaire, ce facteur surajouté déséquilibre l'enfant et l'entraîne vers un état nutritionnel pathologique grave, par exemple un état marasmique.

C'est dans ces deux situations, résumé tout le problème de la malnutrition et de l'infection, et, par conséquent du choix crucial (car tout ne peut pas être entrepris à la fois) de ce qu'il est opportun de faire :

- améliorer l'état nutritionnel ?
- protéger les enfants contre les maladies infectieuses et parasitaires, par une campagne de vaccination de masse, par exemple ?

La première solution demande des efforts considérables et prolongés dans le temps, la deuxième peut être réalisée en peu de temps, et à moindre frais, à condition cependant, que l'état nutritionnel des individus ne soit pas trop grave (problème de la "prise" des vaccins).

Par ailleurs, comme les maladies infectieuses, de très nombreux autres facteurs peuvent interférer sur l'état nutritionnel.

D. B. JELLIFFE en a dressé un tableau qu'on voudra bien trouver reproduit ci-après (58).

Tableau n° 10

Facteurs divers
intervenant dans l'étiologie
de la malnutrition protéocalorique
D.B. JELLIFFE (58)

---

Tableau n°10 : Facteurs divers intervenant dans l'étiologie de la malnutrition protéocalorique. D.B. JELLIFFE (58).

| | |
|---|---|
| *Facteurs géographico-climatiques* | Sol improductif<br>Climat (températures élevées,<br>précipitations extrêmes) |
| *Facteurs éducationnels* | Ecoles trop peu nombreuses (analphabétisme) |
| *Facteurs sociaux* | Illégitimité ; instabilité familiale<br>Absence de planification familiale (naissances trop rapprochées ; pression démographique)<br>Communications insuffisantes (distribution des denrées alimentaires)<br>Alcoolisme |
| *Facteurs économiques* | Misère à l'échelon national (faible produit national brut)<br>Misère à l'échelon de la famille (faible revenu par habitant)<br>Faible industrialisation |
| *Facteurs agronomiques* | Méthodes agricoles périmées<br>Production insuffisante de protéines (animales et végétales)<br>Culture préférentielle de produits non comestibles destinés à la vente<br>Insuffisance des moyens de stockage, de conservation et de |

| | |
|---|---|
| *Facteurs médicaux* | Prévalence élevée des infections favorisantes (rougeole, diarrhée, tuberculose, coqueluche, paludisme, parasitoses intestinales)<br>Insuffisance des services sanitaires (insuffisance numérique ; orientation incorrecte)<br>Insuffisance du personnel (insuffisance numérique ; défaut de formation en matière de nutrition et de PMI) |
| *Facteurs hygiéniques* | Approvisionnement en eau insuffisant et de mauvaise qualité hygiénique<br>Mauvaise évacuation des excreta et déchets |
| *Facteurs culturels* | Pratiques défectueuses d'alimentation des jeunes enfants<br>Urbanisation récente (changement d'habitudes)<br>Equipement culinaire réduit<br>Répartition inégale des aliments entre les membres de la famille<br>Travail excessif des femmes (réduction du temps consacré à la préparation des aliments pour les enfants)<br>Sevrage brutal (traumatisme psychique) |

Grâce à cette illustration, on comprend facilement, combien il est difficile de faire la part des choses quand on est devant une situation globale où interviennent de si multiples et si divers éléments.

## VII - LES ENQUETES DIETETIQUES DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE.

Nous avons vu l'intérêt des enquêtes cliniques. Elles permettent, malgré leurs limites, de juger cas par cas de l'état nutritionnel des individus. Elles sont les seules à pouvoir déceler un état pathologique associé.

Les enquêtes "socio-écologiques", qui accompagnent toujours les enquêtes cliniques faites sur le terrain, permettent de se faire une idée des conditions de milieu et des habitudes, des besoins, etc, des familles étudiées.

Mais, ces deux groupes d'informations ne nous permettent pas de rattacher directement tel état nutritionnel non satisfaisant à, par exemple, un déficit en protéine, ou mieux, à un défaut concernant la qualité des protéines disponibles dans le régime alimentaire.

Ce sont les *enquêtes diététiques* qui, confrontées avec les résultats des autres types d'enquêtes, permettent, le mieux, de rapporter l'état nutritionnel observé à un déficit (ou non), quantitatif ou qualitatif, protéinocalorique.

Ici aussi, comme pour les autres types d'enquêtes, une préparation minutieuse du travail sur le terrain doit être préalablement entreprise.

On doit disposer de personnels qualifiés (diététiciennes, biochimistes et nutritionnistes), et avoir établi, car cette méthode est longue, des sous-échantillons

(quelques familles tirées au sort), qui seront particulièrement étudiés sur le plan diététique.

Les enquêtes préalables doivent permettre la mise au point de questionnaires bien adaptés.

Si l'on ne dispose pas de tables de conversion des aliments locaux en nutriments, il sera utile de procéder à des analyses biochimiques.

Nous avons rassemblé sous forme d'un tableau n°11 quelques types d'enquêtes diététiques, en donnant pour chacune ses caractéristiques principales, ses intérêts et ses inconvénients. Nous avons adopté pour celà la classification de S. SJOLIN. Cet auteur, en outre, fait les trois recommandations générales suivantes (87) :

Pour tirer le meilleur parti d'une enquête alimentaire, il vaut mieux

- faire des études plus longues : sur davantage de jours, plutôt que sur davantage de personnes,
- faire ces enquêtes pendant un jour, plusieurs fois, plutôt que plusieurs jours de rang, en essayant de répartir ces jours, dans la semaine, voire dans l'année,
- ne pas utiliser la méthode d'interview (souvenir) chez les enfants de moins de quinze ans.

En résumé, et d'une manière générale, ces enquêtes ont le gros avantage de préciser ce qui est consommé exactement (on tient compte des déchets), de pouvoir convertir les données obtenues en nutriments et d'apprécier ainsi un éventuel déficit ou une mauvaise composition qualitative protéinique des régimes.

De plus cette méthode permet de connaitre ce qui est effectivement consommé par chaque membre de la famille : elle donne des résultats individuels.

*Tableau n°11 : Méthodologie, avantages et inconvénients des enquêtes diététiques. (La classification utilisée est celle de S. SJOLIN, 87).*

| *Les différentes sortes d'enquêtes diététiques* | *Méthodologie* | *Contraintes, limites et avantages* |
|---|---|---|
| *Méthode par pesée précise* | .Pesée des ingestats réels (on défalque les déchets).<br>.Transformation en nutriments (tables de composition).<br>.Ou analyses chimiques d'échantillons prélevés sur les repas. | .Durée : 1 à plusieurs jours (nécessite alors la coopération des intéressés).<br>.Problème des tables de composition.<br>.Méthode coûteuse et longue.<br>.La meilleure méthode chez les enfants. |
| *Méthode de l'enregistrement des régimes quotidiens* | .Inscription des apports alimentaires en mesures domestiques.<br>.Transformation en nutriments. | .Durée : une semaine.<br>.Assez approximatif,problème des tables.<br>.Méthode simple et peu coûteuse.<br>.Convient bien pour les études de masse sur le terrain. |
| *Méthode de l'inventaire alimentaire* | .Inventaire des achats effectués et estimation des déchets et pertes.<br>.On divise par le nombre de personnes et de jours. | .Approximatif.<br>.Ne tient pas compte des disparités à l'intérieur des familles. |
| *Méthode de l'"histoire" de la consommation alimentaire.* | .Interrogation sur la consommation, exprimée en mesures domestiques, portant sur plu- | .Enregistre les habitudes alimentaires, les variations saisonnières. |

| | | |
|---|---|---|
| | sieurs mois.<br><br>.+examen détaillé de la consommation. | .Intéressant dans les zones où la saison joue un grand rôle dans les apports nutritionnels (d'autre part, les maladies nutritionnelles sont le résultat d'une malnutrition prolongée).<br>.Durée : 3 jours successifs.<br>.Confrontation des résultats. |
| *Méthode du rappel des consommations alimentaires des 24 dernières heures* | .Interview sur la consommation alimentaire totale des 24 dernières heures, en commençant par le dernier repas.<br>.Utilisation des tables et des modèles de portions (estimation des quantités). | .Bons résultats chez les adultes.<br>.Moyens de 9 à 18 ans.<br>.En dessous de 9 ans : interviewer les mères. |
| *Méthode des questionnaires* | .Interrogation sous forme de questions écrites, portant sur la consommation alimentaire d'un mois. | .Méthode assez imprécise.<br>.Inutilisable chez les enfants. |
| *Méthode des points* | .On attribue un certain nombre de points à chaque sorte d'aliments, le total normal de la journée est égal à 100.<br>.Si le total obtenu est inférieur, il y a un déficit alimentaire majeur. | .Méthode qui permet de présélectionner les déficits.<br><br>.Dans ce cas, il faut alors utiliser des méthodes plus précises |

(Il est bien entendu que les enquêteurs veillent à ce qu'il n'y ait pas -du fait de leur présence- de changement, conscient ou inconscient des menus).

## *VIII. LES RESULTATS GLOBAUX.*

Quels sont les résultats globaux de ces différentes enquêtes ?

Il y a d'abord un certain nombre de faits -déjà connus- qui sont vérifiés. A savoir l'existence de *groupes vulnérables* (essentiellement les enfants d'âge préscolaire, et à un degré moindre les femmes allaitantes et les femmes enceintes).

Pour les enfants, la période qui suit le sevrage est particulièrement critique. Il s'agit de la période allant de dix à trente mois après la naissance : assez tôt en Amérique latine et en Afrique du Nord, un peu plus tard en Afrique noire.

A cette période, du fait des agressions multiples (maladies infectieuses, principalement), sur un terrain extrêmement fragile du fait de la malnutrition, les chiffres de mortalité remontent, fait inexistant dans les pays où les enfants sont bien nourris.

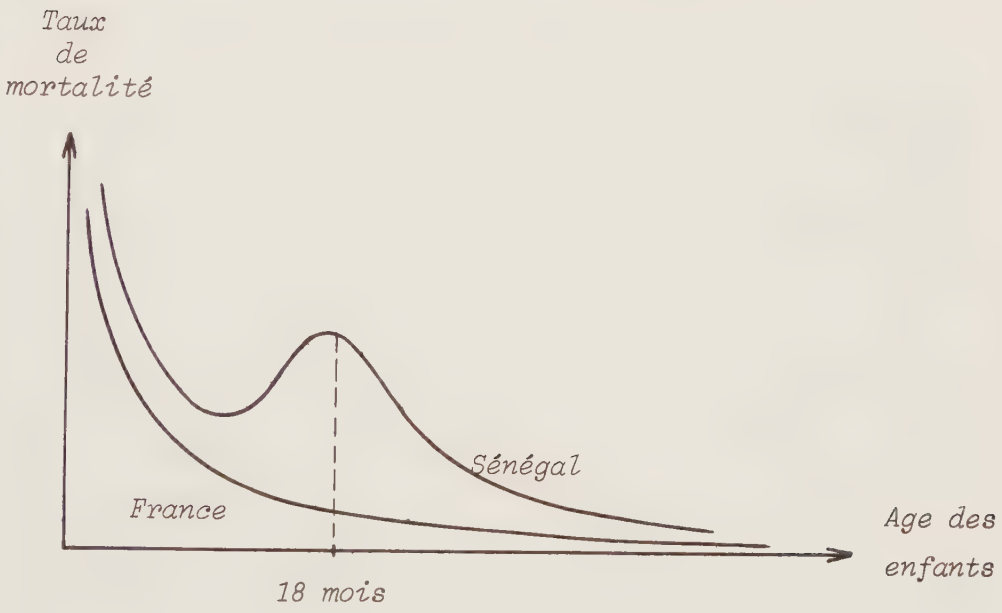
A cet égard, la confrontation des courbes de mortalité des enfants français et des enfants sénégalais d'après CANTRELLE est éloquente. (graphique N° 2)

Une analyse plus fine des *taux de mortalité* peut, d'ailleurs, donner un certain nombre de renseignements intéressants. Il suffit pour celà de considérer

*a) La mortalité infantile de la première année*

qui, elle, constitue un mauvais indicateur de l'état nutritionnel de l'enfant, celui-ci étant, à cet

Graphique n° 2




Courbes de mortalité
des enfants sénégalais et des enfants français
d'après CANTRELLE

égard, généralement bien protégé par le lait maternel,

b) *La mortalité des enfants de un à quatre ans révolus*

L'alimentation maternelle devenant alors insuffisante, le sevrage étant souvent mal réalisé, cette donnée a, sur le plan nutritionnel, beaucoup plus de valeur.

Il est intéressant, aussi, de faire le rapport des deux chiffres précédents :

| MORTALITE INFANTILE DE LA PREMIERE ANNEE |
| --- |
| MORTALITE DES ENFANTS DE 1 A 4 ANS REVOLUS |

Si ce rapport est

. supérieur à 10-20 : la situation nutritionnelle des enfants du pays étudié est bonne,

. inférieur à 10 : cette situation est défectueuse.

A titre d'exemple, nous donnons les valeurs de ce rapport pour deux pays d'Europe et deux pays d'Amérique latine, en 1966 (chiffres extraits de 13), cf. tableau N° 12.

Ces taux sont corroborés par les chiffres de l'*espérance de vie*, à des âges déterminés. Ainsi, on peut constater que dans les pays où la mortalité infantile est très élevée, l'espérance de vie à 5 ans est supérieure à celle de la naissance, car le cap le plus difficile de la vie de ces êtres est franchi.

Mais, toutes ces données doivent être examinées avec prudence dans les pays du Tiers-Monde, du fait de l'imprécision ou de l'état embryonnaire des registres d'état civil.

Tableau n°12 : Taux de mortalité des enfants avant un an, et de un à quatre ans révolus, rapport de ces taux (pour quelques pays, en 1966).

| Pays (1966) | Mortalité avant un an pour 1 000 naissances vivantes | Mortalité entre un an et quatre ans révolus | Rapport |
|---|---|---|---|
| Suède | 13 | 0,7 | 18,5 |
| Grande-Bretagne | 19 | 0,8 | 23,7 |
| Guatemala | 91,4 | 29,5 | 3,1 |
| Mexique | 62,9 | 10,9 | 5,8 |

Quant aux *statistiques de morbidité*, ce que nous avons dit des enquêtes, l'inexistence ou la quasi-inexistence des déclarations des maladies nutritionnelles, ne permettent pas de donner des chiffres détaillés, de *prévalence* et d'*incidence* bien crédibles.

Le Dr RABA, de l'OMS, donne à titre indicatif, les statistiques de prévalence de la malnutrition calorico-azotée suivantes. Selon les pays, les chiffres

- des formes sévères sont de 0,4 à 10 %
- des formes modérées sont de 4 à 57 %

On constate que les variations entre les pays sont très importantes, et, surtout, que, parfois, les chiffres atteints sont considérables.

Avant de quitter ce sujet, une remarque de fond doit être faite quant aux statistiques d'incidence et de prévalence.

C'est que les statistiques hospitalières étant biaisées (populations non représentatives), les déclarations des maladies nutritionnelles n'étant, en général, pas faites, on ne peut avoir une quelconque estimation de la morbidité que grâce aux enquêtes que nous venons d'étudier.

Or, ces enquêtes sont des photographies "instantanées" d'une situation dans un temps et un lieu donnés.

Ainsi les maladies qui entraînent la mort dans un temps relativement court (un kwashiorkor peut se décompenser en une-deux semaines) vont apparaître relativement rares, car les enquêteurs auront une probabilité moindre de les rencontrer. Il y aura ainsi une sous-estimation de ces maladies graves.

Il ne pourra être remédié à cette lacune que par la constitution d'un état civil bien organisé, et la généra-

lisation de déclarations des maladies faites de façon précise et couvrant l'ensemble du territoire.

## IX - CONCLUSION.

L'état nutritionnel d'une population étant une situation tellement complexe, il s'est avéré nécessaire de l'appréhender par différents côtés.

Les méthodes mises au point sont, nous l'avons vu, toutes imparfaites. Mais leur complémentarité et leur synthèse permettent tout de même de se faire une idée assez approchée de la réalité.

L'amélioration des enquêtes (standardisation des méthodes, mise au point de modèles mathématiques), celle de l'état civil, et celle de la couverture médicale du pays, laissent espérer que l'on pourra beaucoup mieux, dans un proche avenir, dresser un tableau fidèle et précis de la situation.

Quoi qu'il en soit, actuellement, il est fondamental de ne pas entreprendre un quelconque programme d'action sans aucune connaissance, même imparfaite de la situation, et, inversement, on ne procédera à aucune enquête si l'on sait pertinemment qu'elle ne sera suivie d'aucun effet.

Malgré tous les défauts que nous avons longuement analysés, nous pouvons résumer ainsi les raisons pour lesquelles les différentes enquêtes sont et demeurent indispensables. C'est parce qu'elles permettent

- de connaitre la situation
  - . les groupes vulnérables,
  - . les habitudes de sevrage, les habitudes alimentaires,

. la composition des aliments, les disponibilités alimentaires,

- d'établir, en connaissance de cause, le programme nécessaire pour y remédier,
- et de contrôler si l'évolution ultérieure en est favorablement influencée.

---

# DISPONIBILITES EN PROTEINES

---

## I - *REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES DISPONIBILITES EN PROTEINES PAR HABITANT.*

*"Les déficits nutritionnels sont délimités sur des aires géographiques pour des raisons politiques, sociales et économiques. Les aspects physiques de l'environnement peuvent être importants ou non. De toute façon, les déficits nutritionnels sont limités aux parties de la population les moins privilégiées (SCRIMSHAW, BEHAR, 84).*

Les disponibilités et les consommations alimentaires sont très différentes selon les pays.

On peut considérer, dans un premier temps, trois grands groupes de pays d'après leur type d'économie (classement effectué pour les besoins du Plan Indicatif Mondial provisoire pour le développement de l'Agriculture - PIM - élaboré par la FAO, sur les données de l'année de base 1962).

Le Monde (3 160 millions d'habitants en 1962) est alors divisé en (44) :

- Zone A : *Pays développés à économie de marché (22 % de la population mondiale)* :
  - *Région A 1 : Amérique du Nord,*
  - *Région A 2 : Europe de l'Ouest,*
  - *Région A 3 : autres pays (Japon, Océanie, République d'Afrique du Sud).*

- Zone B : *Pays à économie centralement planifiée (33,8 % de la population mondiale)* :
  - *Région B 1 : pays de l'Ouest (URSS, Europe de l'Est),*
  - *Région B 2 : pays de l'Est (Chine Continentale).*

- Zone C : *Pays en voie de développement (44,1 % de la population mondiale)* :
  - *Région C 1 : Amérique latine (Amérique centrale et du Sud),*
  - *Région C 2 : Afrique au Sud du Sahara (Afrique centrale, de l'Est et de l'Ouest),*
  - *Région C 3 : Proche Orient, Afrique du Nord,*
  - *Région C 4 : Asie et Extrême Orient (Inde, Pakistan, autres pays).*

Le tableau n°13 ci-après donne les statistiques pour les calories et les protéines (totales et animales), des disponibilités et des besoins selon les pays, ainsi que la couverture des besoins par les disponibilités (en pourcentages).

Il montre que dans les pays de la zone A et en Europe de l'Est, le *niveau calorique* moyen dépasse les besoins de 15 % (de 11 à 26 %), sauf au Japon (- 6 % en 1962). Par contre, dans les pays en voie de développement, il est inférieur de 6 % aux besoins (de - 12 à - 3 %), sauf en Amérique latine.

Les chiffres de l'Amérique latine donnent des résultats caloriques globaux satisfaisants parce que les déficits les plus marqués (des pays situés dans la Chaîne

Tableau n° 13

Apport et besoins en calories et protéines
par sous-régions à l'année de base (43)

---

Tableau n°13 : Apport et besoins en calories et protéines par sous-régions à l'année de base (43).

| | Calories | | | Protéines | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Disponibilités par hab./jour | Besoins par hab./jour | % | Disponibilités Pr. tot. g par habitant par jour | Disponibilités Pr. anim. g par habitant par jour | Besoins g par habitant par jour | % |
| Zone A (1) | | | | | | | |
| Amérique du Nord | 3090 | 2710 | 114 | 91 | 64 | 74 | 123 |
| Europe de l'Ouest | 2950 | 2660 | 111 | 87 | 42 | 74 | 116 |
| Japon | 2250 | 2390 | 94 | 70 | 17 | 65 | 108 |
| Océanie | 3200 | 2540 | 126 | 93 | 62 | 73 | 127 |
| Rép. Af. du Sud | 2830 | 2420 | 117 | 81 | 32 | 65 | 124 |
| Zone B (1) | | | | | | | |
| U.R.S.S. | 3010 | (2600) | 116 | 86 | 30 | | |
| Europe de l'Est | 3020 | (2570) | 118 | 94 | 34 | | |
| Chine Continent. | 2180 | | | 63 | 7 | | |
| Zone C (2) | 2130 | 2260 | 94 | 57 | 11 | 61 | 93 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Zone C 1* | | | | | | | |
| *Amérique latine* | 2600 | 2380 | 109 | 68 | 25 | 65 | 105 |
| *Amér. centrale* | 2440 | 2310 | 106 | 62 | 15 | 62 | 101 |
| *Amérique du Sud* | 2650 | 2400 | 111 | 70 | 28 | 66 | 106 |
| *Zone C 2* | | | | | | | |
| *Af. Sud du Sahara* | 2130 | 2240 | 95 | 58 | 9 | 63 | 91 |
| *Af. centrale* | 2010 | 2220 | 91 | 41 | 9 | 60 | 68 |
| *Af. de l'Est* | 2110 | 2270 | 93 | 63 | 11 | 63 | 99 |
| *Af. de l'Ouest* | 2170 | 2230 | 97 | 60 | 7 | 64 | 93 |
| *Zone C 3* | | | | | | | |
| *Pr.-Ort., Af. Nord* | 2140 | 2340 | 91 | 64 | 13 | 64 | 100 |
| *Proche-Orient* | 2155 | 2330 | 92 | 65 | 14 | 62 | 105 |
| *Af. du Nord (3)* | 2080 | 2360 | 88 | 59 | 9 | 70 | 84 |
| *Zone C 4* | | | | | | | |
| *Asie, Ext.-Ort.* | 1990 | 2210 | 90 | 51 | 7 | 58 | 88 |
| *Inde* | 1980 | 2200 | 90 | 52 | 5 | 60 | 86 |
| *Pakistan* | 1940 | 2280 | 85 | 47 | 9 | 53 | 89 |
| *Autres pays* | 2115 | 2200 | 96 | 51 | 11 | 56 | 91 |

*((1) Produits agricoles 1962, (2) PIM 1961-63, (3) PIM 1964-66).*

Andine) sont contrebalancés, et au-delà, par les disponibilités des pays de l'Est de l'Amérique latine (Argentine, Uruguay, Paraguay et une partie du Brésil).

Cet exemple de l'Amérique latine nous montre que les résultats globaux, s'ils sont intéressants à considérer, peuvent néanmoins faire *illusion* : une situation qui peut paraître satisfaisante cache, ici ou là, de graves déficits caloriques :

> *"Il existe des inégalités de distribution très marquées autour de cette moyenne : variations saisonnières liées au cycle agricole, inégalités régionales dans un même pays d'autant plus marquées que l'économie de marché y est moins développée, et inégalités de distribution entre groupes socio-économiques...*
>
> *Un apport calorique qui se situe au niveau des besoins n'est satisfaisant que si des mesures sont prises pour faire disparaître les inégalités de distribution entre groupes socio-économiques" (43).*

Cette disparition des inégalités étant bien difficile à réaliser ou utopique, pour que les familles les plus déshéritées puissent bénéficier d'apports caloriques suffisants, il faut que les disponibilités globales nationales soient nettement supérieures (de 15 à 20 % au moins) aux besoins moyens. Ceci n'étant obtenu, il est vrai,qu'au prix d'un certain gaspillage (c'est ce que l'on observe dans les pays développés).

Considérons maintenant les *disponibilités en protéines*. On constate, qu'il y a entre les différentes régions du monde, une disparité encore plus grande que pour les disponibilités en calories.

Ainsi, dans les pays à économie de marché, les disponibilités dépassent les besoins de 8 à 27 %, tandis que dans les pays en voie de développement, les disponibilités sont parfois inférieures de 32 % par rapport aux besoins.

Pour donner quelques exemples, disons que les pays d'Océanie (Australie et Nouvelle-Zélande), et d'Amérique du Nord (USA et Canada) consomment, par tête, 2 fois plus

de protéines totales et 9 fois plus de protéines animales que les pays d'Asie. Dans certains pays, l'apport protéique total est à peine supérieur à l'apport en acides aminés essentiels des pays industrialisés.

Si on compare les disponibilités aux besoins, ces disparités sont moins marquées.

Dans le *schéma ci-après* (graphique n°3) qui a été établi d'après les données du tableau précédent, on considère la place respective des sous-régions, selon que leurs disponibilités sont supérieures, ou inférieures, à leurs besoins en calories (en ordonnée) ou en protéines (en abscisse).

Ainsi, comme le soulignent Josué de CASTRO et Odile ROULLET ("La faim - Problème universel") : "la carte de la faim est la carte du sous-développement". La zone de la faim se situe principalement dans les zones tropicales et subtropicales (27).

Quand nous avons envisagé les besoins en protéines, nous avons souligné l'importance des aspects qualitatifs et quantitatifs, et nous avons mis l'accent sur l'intérêt particulier des protéines d'origine animale.

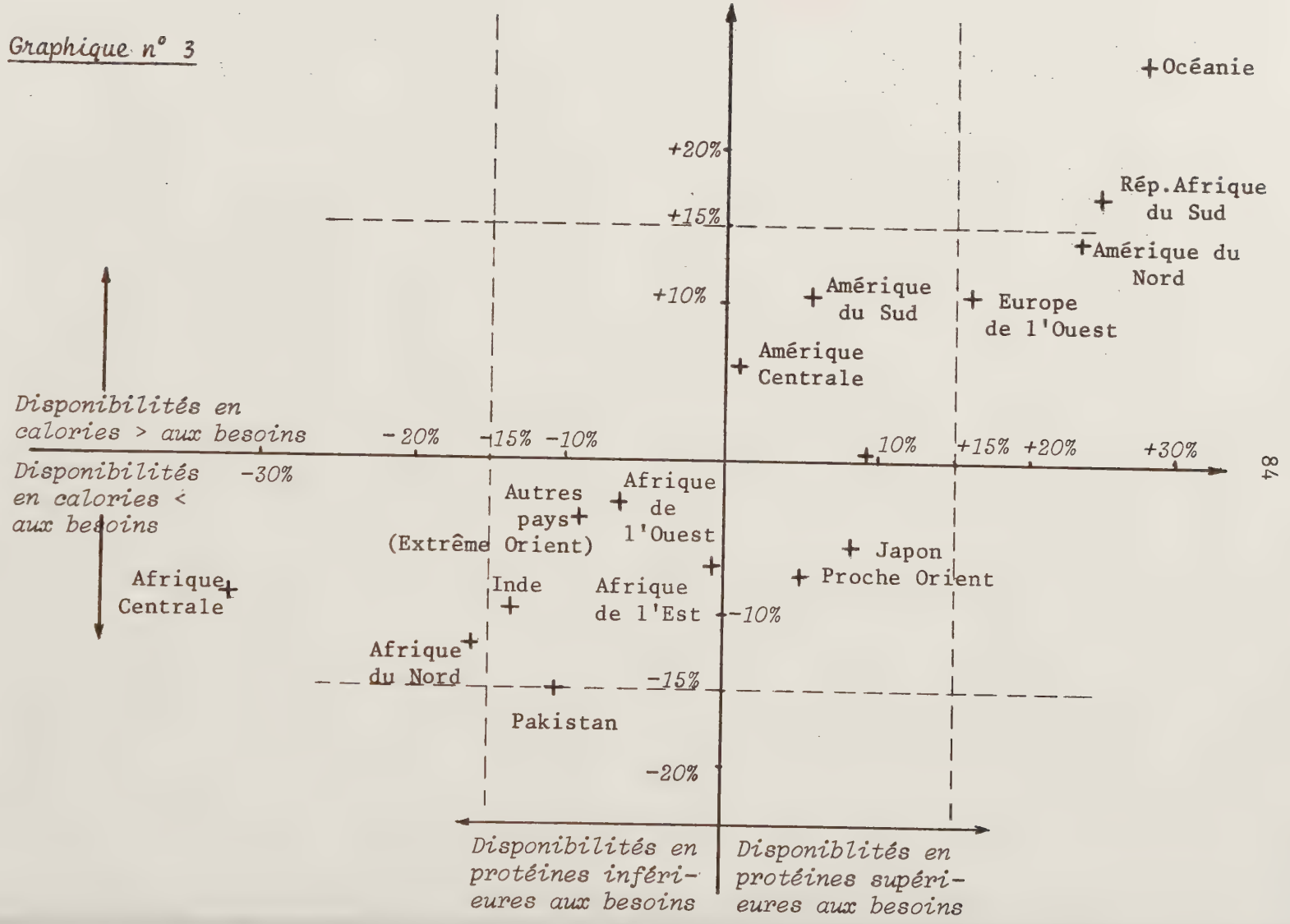
Or, l'apport des protéines d'origine animale est surtout le fait des pays riches, développés. Par contre, dans les pays en voie de développement, *80 % de l'apport protéique est d'origine végétale*, cet apport étant, d'ailleurs étroitement *lié à la nature de l'aliment de base*.

Aussi, si l'on veut étudier avec un peu plus de précision la géographie de la pénurie de protéines, nous devons abandonner la classification des pays d'après leur économie, pour considérer, maintenant, une nouvelle *classification établie d'après le produit de base* qui fournit la majorité des protéines de la ration.

La FAO divise ainsi les pays en *7 groupes* selon que la ration protéinique est principalement assurée par :

- les produits animaux,
- le blé et les céréales secondaires (seigle, orge, avoine),
- les mils et le sorgho,

*Graphique n° 3*



- le maïs,
- des céréales diverses (blé, maïs, riz),
- le riz,
- les racines, tubercules et plantains.

Pour plus de clarté, et pour en faciliter la comparaison nous donnons dans le tableau n°14, les caractéristiques de ces différents régimes, et les pays où on les rencontre (voir tableau n°14).

A l'aide du graphique n°4, de la page en regard, nous dégageons quelques éléments essentiels parmi les données fournies par le tableau n°14).

Sur ce graphique, nous avons représenté pour les 6 groupes de pays :

1. pays ayant les produits animaux comme première source protéique,
2. pays à blé,
3. pays à mils et sorgho,
4. pays à maïs,
5. pays à riz,
6. pays à racines, tubercules et plantains,

- Premièrement, dans le *plan postérieur : le taux caloricoprotéique moyen* (aspect quantitatif de l'apport protéinique du régime).

- Deuxièmement, dans le *plan intermédiaire : l'UPN op. moyenne* (aspect qualitatif de l'apport protéinique du régime).

- Troisièmement, dans le *plan antérieur : le taux de calories protéiques nettes moyen* (c'est le produit des deux facteurs précédents). Il caractérise assez bien la valeur protéinique d'un régime.

Nous constatons que :

- Du point de vue *quantitatif* le déficit protéinique s'accroît quand on va des pays à blé vers les pays à racines et tubercules. Les régimes à base de riz, ou de racines, tubercules et plantains sont à cet égard médiocres.

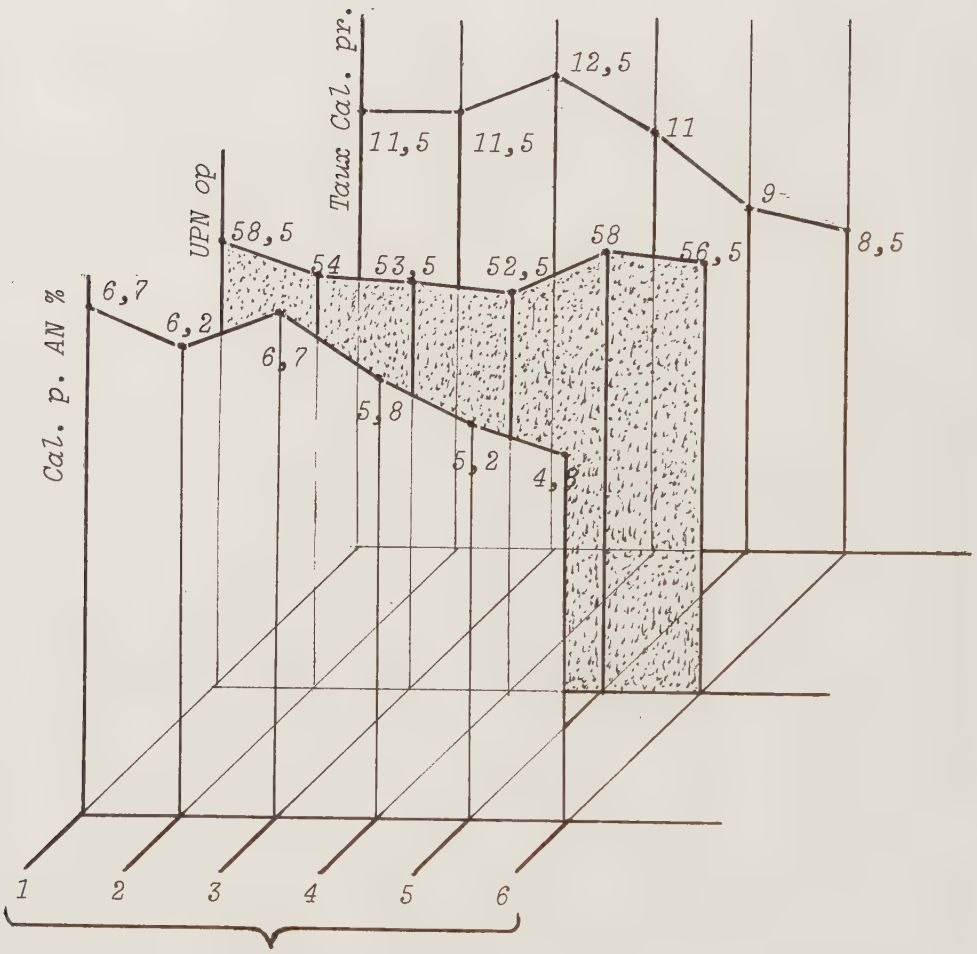
| *D'après les données numériques de (15)* | *Pays ayant les produits animaux comme lè source protéique* | *Pays à blé et céréales secondaires* | *Pays à mils et à sorgho* |
|---|---|---|---|
| Région du monde concernée | .Pays à fort revenu monétaire (Europe Ouest Am. du Nord, Océanie), .Pays de grand élevage du Rio de la Plata | Bassin méditerranéen (Proche-Orient) Europe centrale | Zone Sahélienne d'Afrique |
| Quelques exemples de pays concernés | Nle Zélande, Australie, USA, Canada, France, Bénélux, Gde-Bretagne, Allemagne Fédér. Scandinavie, Uruguay, Argentine, (Israël...) | Italie, Grèce, Espagne, Turquie, Liban, RAU, Iran, Pologne, Roumanie Yougoslavie, Hongrie, (Chili...) | Sénégal, Soudan Ethiopie, Tchad Nigéria... |
| Calories | 2800 - 3500 | 2000 - 3350 | 2000 - 2300 |
| Prot.totales (g) | 78 - 110 | 60 - 98 | 58 - 78 |
| Taux Cal.pr. | 10,5-14% (11,5%) | 11-13,5% (11,5%) | 10,5-14,5% (12,5 |
| UPNop | 56-60 (58,5) | 52-57 (54) | 51-57 (53,5) |
| Cal.p. an (%) | 6,3-7,8 (6,7) | 6,0-7,0 (6,2) | 5,9-7,6 (6,7) |
| Indice Prot. | 65-68 (66) | 58-63 (61) | 59-63 (61) |
| Facteur limit.(1er par ordre de fréquence) | M-C, Iso., Val. | Iso, M-C, Lys., Val | Iso., M-C, Lys. |
| Sources protéiques (moyennes générales en %): | | | |
| . produits animaux | 60 | 27 | 19 |
| . blé | 25 | 51 | |
| . légumineuses | 2 | 6 | |
| . mils et sorgho | | | 47 |
| . maïs | | 3 | 4 |
| . racines et tuber. | | | |
| . riz | | | 4 |
| . céréales | | | |

*Chiffres entre parenthèses : valeur moyenne pour l'ensemble des pays considérés*

| *Pays à Maïs* | *Pays à céréales diverses (blé, maïs, riz )* | *Pays à riz* | *Pays à racines tubercules et plantains* |
|---|---|---|---|
| mérique Centrale frique | Amérique latine | Asie du Sud-Est | Zone équatoriale d'Afrique |
| exique, Honduras . Salvador, uatemala, frique du Sud, enya, homey... | Vénézuéla, Colombie, Pérou, Brésil, Bolivie, Paraguay.... | Malaisie, Philippines, Thailande, Japon Ceylan, Pakistan Corée Sud, Inde, Madagascar... | Congo B., Congo K., Gabon, Côte d'Ivoire, Ghana, Cameroun... |
| 2000 - 2800 | 1800 - 2800 | 1800 - 2400 | 1900 - 2300 |
| 52 - 80 | 42 - 72 | 45 - 65 | 29 - 55 |
| 0-12,5% (11 %) | 9-10,5 % (10 %) | 8-12,5 % (9 %) | 6-10 % (8,5 %) |
| 5-56 (52,5) | 55-60 | 53-61 (58) | 55-61 (56,5 ) |
| 2-6,5 (5,8) | 5,3-6,2 | 4,9-6,9 (5,2) | 3,4-5,6 (4,8) |
| -62 (58) | | 58-65 (63) | 56-63 (59) |
| C,Trypt.,Iso. | M-C,Iso.,Val. | M-C,Iso,Thréon. | Iso,M-C,Val. |
| | | | |
| 20 | 37 | 21 | 25 |
| | -14- | 10 | |
| 14 | 6,5 | 10 | 15 |
| | | | 7 |
| 46 | -13,5 - | | 8 |
| 2 | | | 24 |
| | - 4,5 - | 40 | |
| | 39 | | |

*' : methionine-cystine; Iso : Isoleucine; Val. : Valine; Lys. :Lysine; ypt. : Tryptophanne; Threon.: Threonine.*

Graphique n° 4




Les 6 groupes de pays

Il n'est pas tenu compte dans ce graphique du groupe "pays à céréales diverses" inexploitable pour notre propos.

(pour la compréhension de ce schéma, se reporter à la page 85)

- Du point de vue *qualitatif* : les pays à blé, mils et sorgho, et surtout *maïs*, ont des caractéristiques protéiniques inférieures comparées à celles des pays où les protéines animales sont à la base de la ration protéinique.

Les pays à riz bénéficient de protéines de bonne qualité .

Si l'on considère maintenant globalement ces deux aspects (quantitatif et qualitatif) grâce au *taux de calories protéiques nettes moyen* (normalement supérieur à 5), on constate *l'infériorité et l'insuffisance des régimes à base de maïs, de riz, de racines, tubercules et plantains.*

Sur les 84 pays considérés, 43 pays, représentant 900 millions d'habitants, ont, au niveau national, des disponibilités en protéines inférieures aux allocations recommandées.

Avant d'entreprendre l'étude des facteurs principaux qui influent sur la composition du régime, nous voulons mettre en évidence l'intérêt d'une supplémentation par des produits animaux et des légumineuses, d'un régime dont l'aliment de base est soit une céréale, soit des racines, tubercules ou plantains :

- d'une part, sur le *taux caloricoprotéique* du régime,

- et d'autre part, sur le *déficit en lysine* (éventuel) de ce régime.

Nous donnons les résultats dans le tableau n°15, ci-après.

Les produits d'origine animale et les légumineuses, même consommés en faible quantité, améliorent l'équilibre caloricoprotéique et la qualité protéique des régimes (par apport de différents acides aminés, dont la lysine).

Tableau n°15 : Effets de la supplémentation de différents régimes par des produits animaux et des légumineuses.

| Aliment de base | Taux calorico-protéique | Amélioration de ce taux par la supplémentation en produits animaux et légumineuses | Déficit en lysine | Action de la supplémentation sur le déficit en lysine du régime de base | Observations sur le taux calorico-protéique et sur l'indice protéique de la lysine |
|---|---|---|---|---|---|
| Blé | élevé | faible | élevé | élevée | Indice protéique faible |
| Mils et Sorgho | élevé | faible | élevé | élevée | |
| Maïs | moyen | moyenne | moyen | moyenne | |
| Riz | faible | élevée | faible | faible | Indice protéique meilleur, mais taux calorico-protéique faible |
| Racines, Tubercules et plantains | médiocre | très importante | nul | nulle | Indice protéique de la lysine satisfaisant, mais taux caloricoprotéique très bas |

## II - INFLUENCE DU REVENU (NATIONAL OU FAMILIAL) SUR LE REGIME.

Après avoir décrit la répartition géographique des disponibilités protéiniques et constaté que la "carte de la faim" se superposait à la "carte du sous-développement", nous voulons aborder, maintenant, l'étude plus détaillée de l'influence du revenu (national ou familial) sur le régime et considérer ses répercussions quant aux apports protéiniques.

*"La sous-alimentation et la malnutrition peuvent se manifester dans des nations abondamment pourvues en nourriture pour peu que les aliments soient inégalement répartis. La pauvreté est de loin le facteur le plus important d'une répartition inégale" (79).*

On peut obtenir une assez bonne prévisibilité de l'influence du revenu sur le régime, si l'on considère, non pas un aliment mais des *catégories* d'aliments (car le choix d'un aliment dépend davantage des données géographiques) (17).

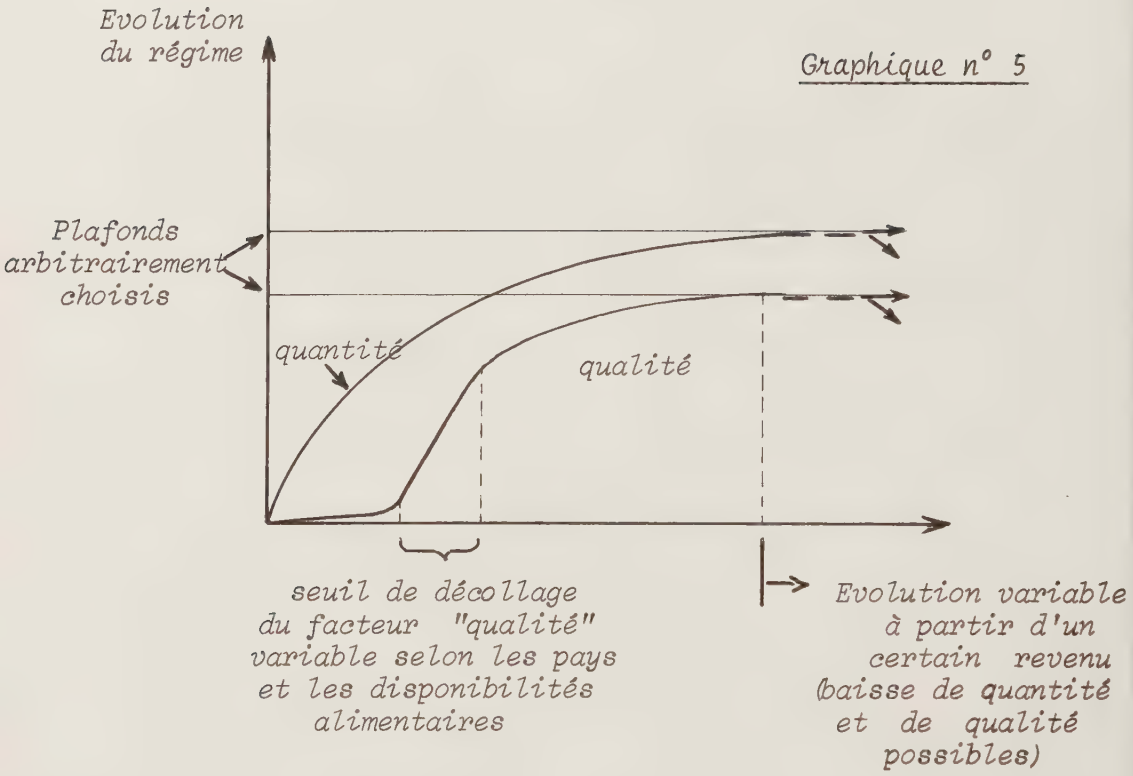
*D'une façon générale,* quand le revenu des familles, bas au départ, s'élève, on constate les modifications suivantes (graphique n°5) :

1. Augmentation quantitative de la consommation alimentaire, puis :

2. Choix d'aliments plus onéreux (parfois, mais pas toujours, car c'est une question d'éducation nutritionnelle, ces aliments ont une meilleure valeur nutritionnelle, par exemple, s'il s'agit de protéines animales), puis :

3. Diminution de la quote-part du revenu consacrée aux besoins alimentaires. Ce phénomène est connu depuis longtemps déjà, puisque en 1882, ENGEL formulait la loi suivante (21) :

*"Au fur et à mesure que le revenu augmente, la dépense absolue pour la nourriture augmente, mais dans une proportion inférieure à celle de l'ensemble de la dépense".*




Evolution quantitative et qualitative du régime en fonction du revenu

On retrouve, à l'échelle des *pays*, cette même évolution :

- Le niveau *calorique* croît rapidement avec le revenu, puis se stabilise; au-delà d'un certain seuil, il n'augmente plus et parfois diminue (par exemple, aux USA), pour des motivations qui sont autres que celles du revenu.

- Il y a une diminution de la consommation des céréales (qui interviennent, par exemple, pour 80 % du régime en Chine Continentale, contre 24 % aux USA); il y a aussi une diminution des féculents.

- Il y a une augmentation de la consommation des protéines d'origine animale, etc...

L'augmentation des revenus, l'urbanisation, le passage de l'économie de subsistance (et d'autoconsommation) à l'économie de marché permettent d'expliquer une grande partie des changements de structure de la ration (74). Nous indiquons les grandes tendances de ces modifications dans le tableau ci-contre (tableau n°16).

Comme nous l'avons figuré sur le graphique n°6 (page 95) (évolution du taux caloricoprotéique en fonction du revenu moyen des habitants des pays considérés), pour les pays à bas revenu, la disparité entre les habitants est grande (et aussi entre les pays qui ont des revenus voisins, par habitant).

La dispersion du taux caloricoprotéique est importante quand les revenus sont bas, et elle diminue au fur et à mesure que les revenus s'élèvent.

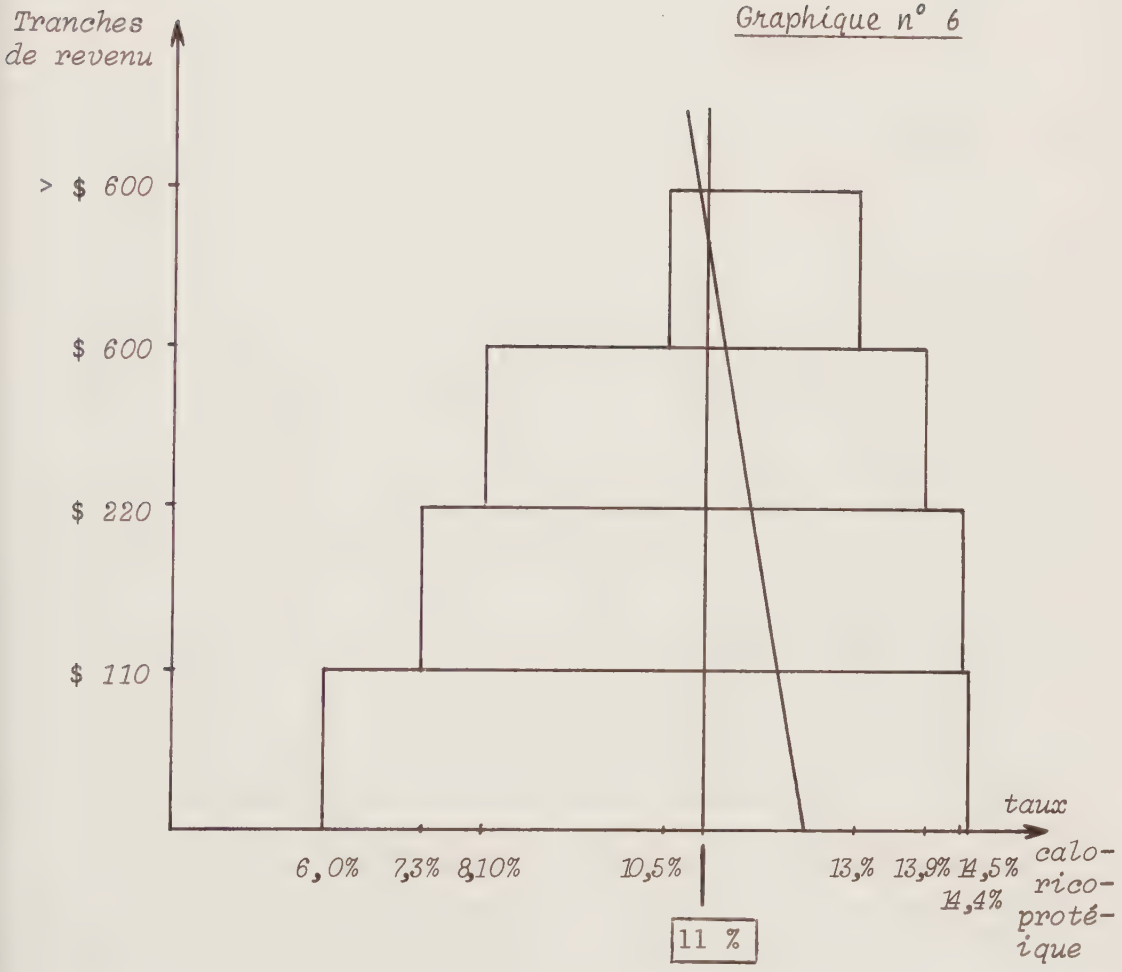
Cependant, quels que soient les pays (à revenu élevé ou faible), cette dispersion s'établit autour de la valeur moyenne du taux caloricoprotéique de 11 %.

Ce qui est modifié, c'est la proportion respective des protéines d'origine végétale et des protéines d'origine animale qui assurent l'apport protéinique. La proportion des protéines d'origine animale s'élève quand le revenu augmente.

Tableau n°16 :

| *Calories fournies par les :* | *Pays où les revenus par habitant sont de de $ 100/an* | *Pays où les revenus par habitant sont de de $ 600/an* |
|---|---|---|
| - *LIPIDES TOTAUX :* | < 15 % | 30-40 % |
| . *Lipides libres (huile, beurre, margarine, graisses)* | | ↑ |
| . *Lipides liés d'origine animale (viande, lait, poisson)* | | ↑ |
| . *Lipides liés d'origine végétale (céréales, noix, oléagineux)* | | ↓ |
| - *GLUCIDES TOTAUX :* | 75 % | 50-60 % |
| . *Amidon (céréales, racines, tubercules, plantains, légumineuses)* | | ↓ |
| . *Saccharose (sucre et dérivés)* | | ↑ |
| - *PROTIDES TOTAUX :* | 11 % | 11 % |
| . *Protéines d'origine animale* | 1 à 2,5 % (pour les pays à revenu < $ 200) | 8 % (en Amérique du Nord) |
| . *Protéines d'origine végétale* | 7-10 % | 3,5 % |

Graphique n° 6




Dispersion du taux caloricoprotéique selon le revenu

(L'axe incliné sépare les protéines d'origine végétale à gauche, des protéines d'origine animale à droite)

Nous donnons dans le tableau n° 17, ci-après, deux exemples chiffrés :

*Tableau n°17 :*

| | *Produit intérieur brut par habitant* | *Taux calorico-protéique* |
|---|---|---|
| *Afrique de l'Est* | $ 700 | 11,9 |
| *Amérique du Nord* | > $ 2 000 | 11,8 |

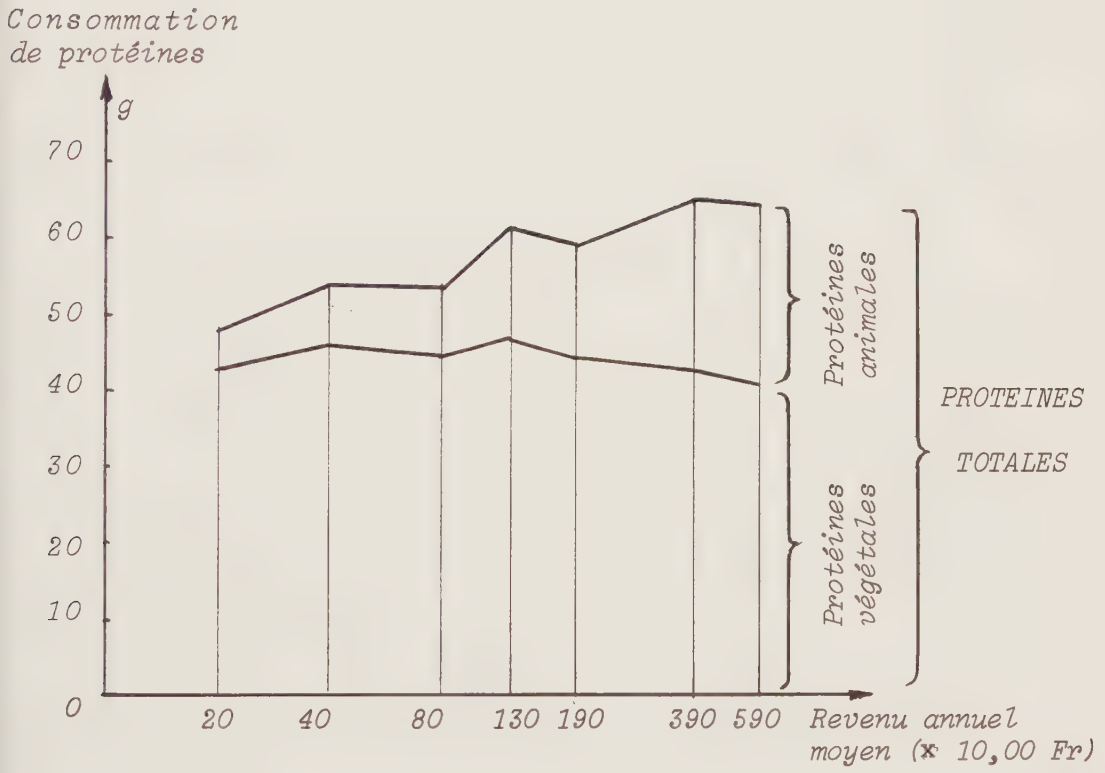
*Tableau n°18 : Influence du revenu des ménages sur la consommation des protéines (Madagascar, 1962) (74).*

| *Classes 10,00 F par ménage/an* | *1-20* | *20-40* | *40-80* | *80-130* | *130-190* | *190-390* | *390-590* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Nombre de ménages en %* | 54,6 | 27,7 | 11,0 | 3,8 | 1,5 | 0,8 | 0,3 |
| *Autoconsommation (en % de la dépense alimentaire totale)* | 83,1 | 70,9 | 68,4 | 67,7 | 55,9 | 35,9 | 30,9 |
| *Calories/jour* | 2 154 | 2 292 | 2 256 | 2 359 | 2 350 | 2 341 | 2 456 |
| *Taux protéocalorique en %* | 8,8% | 9,4% | 9,5% | 10,3% | 10,0% | 11,0% | 10,6% |
| *Protéines totales g/jour* | 47,3 | 54,1 | 53,6 | 61,2 | 59,1 | 64,6 | 65,3 |
| *Pr. animales g* | 5,5 | 8,5 | 9,4 | 15,2 | 15,2 | 21,8 | 23,6 |
| *Pr. végétales g* | 41,8 | 45,6 | 44,2 | 46,0 | 43,9 | 42,8 | 41,7 |

Des données précédentes, nous considérons les chiffres concernant la consommation des protéines. Nous pouvons ainsi établir les courbes de consommation des protéines végétales et totales en fonction des revenus :

(voir graphique n°7, page 97 ).

Graphique n° 7




Courbes de consommation des protéines végétales et totales en fonction des revenus

En résumé, quand le revenu national s'élève, la qualité des protéines de la ration est améliorée du fait de la proportion plus importante des protéines d'origine animale, mais le taux caloricoprotéique reste sensiblement constant.

Le taux caloricoprotéique dépend surtout du taux protéique des végétaux de base, et ce d'autant plus, que dans les pays à bas revenu, l'apport protéinique est essentiellement assuré par les végétaux.

Ainsi, le taux caloricoprotéique n'est pas le reflet du revenu, mais plutôt celui des conditions écologiques et culturelles qui motivent le choix alimentaire.

Considérons, maintenant, à l'intérieur d'un même pays, l'influence du *revenu familial* sur la structure du régime alimentaire, particulièrement en ce qui concerne les protéines.

Nous donnons dans le tableau n°18 et le graphique n°7, quelques données concernant Madagascar en 1962, que nous avons choisi pour illustrer notre propos (74).

Quand le revenu s'élève, la consommation des protéines s'accroît, de façon globale, du fait de l'augmentation de la consommation des protéines d'origine animale, la consommation des protéines végétales s'abaissant, par contre, légèrement (chez les ménages à revenu plus élevé, la consommation des produits animaux est accrue).

Le taux protéocalorique s'élève un peu. Il passe de 9 à 11 % pour les revenus les plus élevés, parce qu'il se produit chez les familles aisées une modification de la consommation alimentaire. Il y a, en effet, passage de la consommation du riz à la consommation du blé et des produits animaux.

*"Tout se passe comme si les remaniements structurels du régime, imposés sous l'effet du revenu par la demande alimentaire, tendaient à long terme à amener le taux caloricoprotéique des différents pays à une position d'équilibre voisine de 11-12 %.*

*Par effet de la monétarisation, la ration échappe peu à peu aux contraintes du milieu écologique, car la part*

*des aliments de base diminue en valeur relative dans la ration au profit des produits animaux riches en protéines" (J.PERISSE, F.SIZARET, P.FRANÇOIS) (74).*

Mais cet effet de la "monétarisation", qui normalement devrait avoir une incidence heureuse et sur la quantité et sur la qualité protéinique du régime, est faible dans un premier temps, et n'est bénéfique qu'à long terme.

Une augmentation du revenu a d'abord un impact très faible sur l'amélioration du régime (si le revenu est presque nul, le multiplier par deux ou par trois ne change pas grand chose : le régime traditionnel n'est guère modifié).

*"Pour 80 % de la population rurale et jusqu'à $ 60 par tête, l'autoconsommation par tête varie très peu et reste voisine de $ 26. Ceci assure une grande permanence dans les consommations de type traditionnel" (52).*

(Comme nous le verrons dans le chapitre consacré aux "Perspectives-élévation du niveau de vie", l'élévation du revenu des populations est un des moyens qui permet de leur assurer une meilleure nutrition, encore faudra-t-il que les contraintes économiques (par exemple, production, commercialisation, distribution, passage de l'autoconsommation à la monétarisation) que cette élévation du niveau de vie implique pour le pays, soient supportables).

De ces quelques considérations à propos de l'influence du revenu sur l'amélioration nutritionnelle des régimes, nous pouvons tirer deux sortes de conclusions :

*1 - DES CONCLUSIONS "STATIQUES" (véritable photographie des situations nationales) :*

Dans un même pays, ou d'un pays à l'autre, quand les revenus augmentent, nous pouvons dire (avec les réserves énoncées plus haut) que la situation nutritionnelle, surtout en ce qui concerne les protéines, s'améliore.

*2 - DES CONCLUSIONS DYNAMIQUES :*

Nous arrivons aux mêmes résultats quand on considère l'évolution de la situation, à l'intérieur d'un même pays, au cours des quelques décennies passées.

Citons, par exemple, les cas du Japon, de l'Italie et de l'Espagne.

D'autres facteurs, à l'intérieur d'un même pays, interviennent et font qu'il existe des disparités quant aux disponibilités et aux consommations alimentaires (en particulier protéiniques).

Disons quelques mots du rôle que joue la saison.

## *III - INFLUENCE DE LA SAISON.*

Certaines périodes de l'année sont très critiques. Ici encore, les chiffres moyens ne doivent pas faire illusion : si le chiffre moyen annuel est satisfaisant, il faut qu'il en soit de même pour tous les jours de l'année.

Or, bien souvent, il existe des périodes "de soudure" très difficiles à franchir, par exemple, en fin d'hiver ou en fin de saison sèche (20).

Ainsi par exemple, au Proche et au Moyen-Orient, il existe une recrudescence de la malnutrition protéique "à la fin de l'été, succédant au réveil de la "diarrhée d'été" et une autre, moins importante, en hiver, en relation avec les affections respiratoires et la rougeole" (60).

Dans quelques pays, certaines saisons sont souvent catastrophiques par le fait qu'elles sont concomitantes de cataclysmes qui se produisent presque inéluctablement (par exemple, dans les pays à mousson).

Toujours à l'intérieur des cadres nationaux, nous abordons maintenant l'étude d'un autre facteur, celui de l'urbanisation.

## IV - INFLUENCE DE L'URBANISATION.

Dans les pays en voie de développement, le phénomène de l'urbanisation prend une ampleur toujours plus grande et d'une manière de plus en plus accélérée, posant plus de problèmes qu'il n'en résout.

Au point de vue nutritionnel, on pourrait s'attendre à ce que les régimes alimentaires soient plus diversifiés que dans les régions rurales (commerce et transports plus aisés), mais ce n'est qu'en partie réalisé, car les denrées disponibles sont onéreuses (systèmes de distribution incohérents).

De plus, les nouveaux immigrants font un mauvais usage (nutritionnellement parlant et par manque d'éducation) de leurs ressources pécuniaires. En effet, celles-ci sont, en priorité, consacrées aux "objets de prestige" (de la bicyclette à l'automobile, aux vêtements..."ce qui se voit"), ou s'il s'agit des aliments, à des aliments d'intérêt nutritionnel secondaire ou nul (alcools, excès de sucres...).

Comme ces membres des collectivités urbaines sont obligés d'acheter toute la nourriture, le revenu familial influe ici bien davantage que dans les foyers ruraux où l'autoconsommation est, en général, importante (47).

Ainsi, la plupart des ruraux qui émigrent vers une communauté urbaine changent de système économique et au lieu de passer d'une économie d'autoconsommation à une économie de monétarisation, passent, du fait des difficultés rencontrées (chômage, logement...) "d'un état de "subsistance" à celui de "survivance"" (47).

Ce phénomène d'urbanisation, si important soit-il, a cependant, des répercussions moindres que celles, combien néfastes qui sont dues aux :

## V - COUTUMES, SUPERTITIONS, TABOUS ET CROYANCES RELIGIEUSES.

Ces "contraintes" morales sont, en effet, encore toutes puissantes dans les pays où l'instruction générale

est basse. Or, dans le domaine qui nous occupe, leurs conséquences sont dramatiques, car :

- d'une part, elles réduisent les apports qui sont déjà faibles, et,

- d'autre part, elles s'adressent surtout à des groupes d'individus qui sont très sensibles à tout déficit alimentaire.

*"Les interdits malheureusement concernent surtout les jeunes enfants et les femmes enceintes, c'est-à-dire deux catégories d'individus qui ont particulièrement besoin d'une alimentation variée, riche en protides (viandes, oeufs), en minéraux et vitamines (fruits)" (H.DUPIN, 35).*

Ces interdits sont nombreux. Ils diffèrent d'un pays à l'autre, d'une ethnie à l'autre.

Nous en donnons quelques exemples pour illustrer notre propos :

- "Il ne faut pas donner d'oeufs aux petites filles, aux jeunes filles et aux femmes : celà les rendrait stériles..."

- "Les jeunes enfants ne doivent pas manger de poisson sec, car celà leur donnerait des vers" (rapprochement erroné entre les oxyures que présentent parfois les enfants et les infestations larvaires fréquentes du poisson séché) (35).

- "Dans certaines régions d'Afrique équatoriale, l'eau est sacrée, le lait également, et il ne faut pas les mélanger", d'où l'impossibilité d'en tirer profit (64).

Dans certaines régions, la consommation du lait de vache est interdite.

Parfois, c'est celle du bétail, que ce soit pour des raisons religieuses ou à cause d'usages.

L'Inde, un des pays les plus malnutris, possède le tiers du bétail du monde entier, mais la vie des animaux y est sacrée.

Pour des raisons différentes, les résultats sont parfois les mêmes ailleurs :

*"Le bétail de la plupart des sociétés de pasteurs n'apparaît que rarement comme un monceau de protéines disponibles, et abattre un animal uniquement pour en consommer la viande est considéré comme un monstrueux gaspillage dans un système où le bovin est essentiellement destiné à être échangé contre des épouses..."*
*(I. de GARINE, 28).*

La force de l'interdiction religieuse, ou de la coutume ou du tabou, est telle que des sujets affamés se laisseraient mourir de faim plutôt que de les transgresser.

Citons quelques animaux, pour ne parler que d'eux, qui font l'objet d'un interdit : les chevaux, les chameaux, les boeufs, les porcs, les chiens, les poulets...

Les experts en nutrition qui occupent des postes dans les pays étrangers, où l'on trouve de telles coutumes, sont pour le moins surpris par ces "irritantes aberrations" (79).

Ils ne doivent pas heurter de front ces coutumes alimentaires qui sont tenaces "presque autant que les croyances religieuses dont elles découlent souvent..."car, en effet "un peuple change plus facilement de philosophie et de politique que de cuisine" (15).

Après avoir étudié les disponibilités et les consommations protéiniques à travers les pays et considéré l'influence de quelques facteurs généraux, nous voulons nous attacher maintenant au problème plus particulier de la :

## *VI - REPARTITION DES DISPONIBILITES PROTEINIQUES A L'INTERIEUR D'UNE MEME FAMILLE.*

Ce qui nous amènera à donner la :

*DEFINITION DES GROUPES VULNERABLES.*

Comme nous l'avons vu dans le chapitre consacré à la place des protéines dans une alimentation équilibrée,

les besoins en protéines varient selon le sexe et l'âge. Ainsi, si tous les membres d'une famille ont des besoins nutritionnels communs, certains en ont qui doivent être assurés prioritairement : il s'agit des enfants (surtout d'âge préscolaire), des femmes enceintes et des nourrices.

Or, bien souvent, en toute bonne volonté - par manque d'éducation des parents - les enfants n'ont pas accès aux aliments riches en protéines qui sont réservés aux adultes (au chef de famille, puis en suivant une sorte de hiérarchie aux autres membres de la famille). Il va sans dire, aussi, que bien souvent certains parents se privent pour leurs enfants.

Rappelons ce que nous avons signalé plus haut quant aux interdits alimentaires frappant les femmes et les enfants.

Les jeunes enfants sont particulièrement vulnérables parce que (proportionnellement à leurs poids) ils ont besoin de beaucoup plus de protéines que les autres membres de la famille, et qu'il ne s'agit pas pour eux d'entretenir, seulement, ce qui existe, mais aussi de construire. Il en est de même pour les femmes enceintes et pour les nourrices. Ces groupes constituent ce qu'on appelle les *Groupes vulnérables*.

Tant qu'il est alimenté au sein, l'enfant est protégé (suffisamment jusqu'à six mois, en moyenne). S'il reçoit le lait maternel plus longtemps (1-2 ans), celui-ci constitue un apport insuffisant, mais cependant très précieux, car l'alimentation ordinaire donnée aux jeunes enfants est généralement médiocre (surtout en ce qui concerne les protéines, les vitamines et les minéraux). L'alimentation qui leur est donnée est, en effet à base de féculents, et est moins riche que celle que reçoit le reste de la famille.

Aussi l'âge du *sevrage* est-il capital. Malheureusement, cet âge est abaissé dans les villes (la mère ne reste plus à la maison, car elle travaille, et elle subit l'influence néfaste du "faux modernisme"). La période qui suit le sevrage est la plus critique au point de vue alimentaire (jusque vers 6-7 ans). Ici encore, l'éducation de la mère est une nécessité de première importance, car c'est

le facteur qui influe le plus sur l'alimentation des nouveau-nés (CRAVIOTO, 96).

Ce problème des groupes vulnérables est considérable. Nous y consacrerons un chapitre spécial à propos des solutions envisagées.

Donnons simplement quelques chiffres pour en souligner l'importance :

- les enfants et les mères représentent plus des deux-tiers de la population totale des pays en voie de développement (46), or :

*"La population mondiale "rajeunit" continuellement (en pourcentages) et les groupes vulnérables - bébés, jeunes enfants, femmes enceintes et allaitantes - deviennent sans cesse plus nombreux".*

Quand on aborde le problème de la famille, il faut aussi considérer le problème que pose sa *dimension*. Il faut envisager les répercussions que présente la taille d'une famille sur l'état nutritionnel de ses membres.

C. GOPALAN à Hyderabad, aux Indes (53) a mené des études épidémiologiques récentes sur ce sujet. De ses constatations, il a conclu que :

- 62 % des déficits nutritionnels (chez les enfants d'âge préscolaire) sont rencontrés chez les enfants de *quatrième rang* ou au-delà.

D'autres auteurs soulignent, par contre, l'effet néfaste des grossesses répétées pour les aînés : une nouvelle grossesse, en supprimant l'apport de lait maternel, avance l'âge du sevrage de l'enfant aîné, et par conséquent, augmente les chances d'une malnutrition protéocalorique.

De ces quelques considérations, sur la répartition mondiale des disponibilités et des consommations d'aliments protéiniques, nous pouvons conclure que si le revenu (à l'échelle d'un pays, ou à celle d'une famille) joue un rôle important, il ne faut pas sous-estimer l'influence néfaste qu'ont les coutumes alimentaires défectueuses sur l'état nutritionnel des groupes vulnérables.

---

*Tableau n°19 : Objectifs généraux proposés par le Conseil économique et social des Nations-Unies (Comité consultatif sur l'application de la science et de la technique au développement, Nations-Unies, 1968), en vue de remédier à la pénurie mondiale de protéines.*

*A - SOURCES CLASSIQUES DE PROTEINES.*

*Premier objectif.* Favoriser l'accroissement de la production et l'amélioration de la qualité des protéines végétales et animales classiques pouvant être consommées directement par l'homme.

*Deuxième objectif.* Développer la pêche en mer et en eau douce et améliorer son rendement.

*Troisième objectif.* Prévenir les pertes inutiles d'aliments protéiques avant la récolte, en magasin, pendant le transport et à domicile.

*B - SOURCES NOUVELLES DE PROTEINES.*

*Quatrième objectif.* Accroître la consommation directe par l'homme de graines oléagineuses et de concentrés protéiques de graines oléagineuses.

*Cinquième objectif.* Encourager la production et la consommation de concentrés protéiques de poissons.

*Sixième objectif.* Accroître la production et la consommation d'acides aminés de synthèse pour améliorer la qualité des protéines contenues dans les céréales et autres produits végétaux, et encourager l'utilisation d'autres substances nutritives de synthèse.

*Septième objectif.* Encourager la recherche sur les protéines tirées d'organismes unicellulaires pour l'alimentation des animaux aussi bien que de l'homme.

# LES SOURCES CLASSIQUES
# ET LES SOURCES NOUVELLES DE PROTEINES

---

## I - LES 14 PROPOSITIONS DU "COMITE CONSULTATIF SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE AU DEVELOPPEMENT".

### LES SOURCES CLASSIQUES DE PROTEINES.

Quels sont les moyens qui peuvent contribuer à remédier à la pénurie mondiale de protéines et qui sont recommandés par les organismes internationaux et nationaux ? Dans quelles directions les recherches doivent-elles encore se poursuivre ? Les résultats déjà obtenus sont-ils satisfaisants et constituent-ils la promesse d'un avenir meilleur sur le plan nutritionnel, en particulier sur celui des protéines ? Autant de questions que nous nous proposons d'analyser maintenant.

En 1968, le "Comité consultatif sur l'application de la science et de la technique au développement" a recommandé, dans un rapport au Conseil économique et social des Nations-Unies, un certain nombre de propositions, afin que soient réalisés sept objectifs bien définis.

Ces objectifs, dont on voudra trouver l'énoncé dans le tableau n°19, ci-contre (66), visent à combler le déficit en protéines en utilisant soit les sources classiques, soit des sources "nouvelles" de protéines.

Pour atteindre les buts ainsi fixés, le Comité recommande *14 propositions*.

Nous allons développer ces propositions, et, sauf pour la proposition n°4 que nous étudierons conjointement avec la proposition n°1, nous suivons l'ordre des propositions du Comité.

Après avoir fait le point sur chacune d'entre elles, nous nous efforcerons de situer leur place actuelle et de prévoir quelle importance elles pourraient avoir dans l'avenir dans la lutte qui est menée contre la pénurie de protéines.

PROPOSITION N°1

"Augmenter la production de protéines végétales et animales classiques".

PROPOSITION N°4

"Obtenir et cultiver rapidement des plantes génétiquement améliorées, à haute teneur en protéines, et possédant de meilleures caractéristiques agronomiques".

Les protéines "traditionnelles" ou "classiques" assurant encore la plus grande partie des ressources en protéines, il est normal que les recherches portent, en premier lieu, sur les moyens propres à en augmenter la production et à en améliorer l'utilisation.

Le deuxième Congrès Mondial de l'alimentation - FAO, février 1970 - (Commission II, Amélioration des niveaux de vie et des régimes alimentaires), réaffirme l'urgence qu'il y a :

> *"d'obtenir un accroissement rapide de la consommation d'aliments protéiques, en particulier dans les groupes sociaux où sévit la malnutrition protéique. Celà exige - souligne-t-il - une expansion considérable de toutes les sources classiques de protéines, et en particulier du cheptel productif" (45).*

Avant d'examiner plus en détail comment on peut accroître les productions de protéines animales et celles de protéines végétales, il est nécessaire de rappeler quelques généralités.

Pour augmenter les ressources alimentaires agricoles, il existe deux grandes possibilités :

a) *Soit utiliser davantage de terres* : c'est-à-dire cultiver des terres qui ne le sont pas encore.

b) *Soit mieux utiliser celles qui le sont déjà* : c'est-à-dire employer les moyens qui permettent d'augmenter les rendements.

Nous allons, brièvement, considérer ces deux points :

### 1 - *POSSIBILITES DE METTRE DE NOUVELLES TERRES EN CULTURE.*

Il est difficile d'établir avec précision la proportion exacte des terres actuellement cultivées.

En 1963, PAWLEY (72) rapporte que moins d'un demi hectare par personne est cultivé, soit, au total 1,4 milliard d'hectares ou 10 % de la surface continentale du globe.

Pour donner une signification à ce chiffre, il faut le comparer à d'autres qui illustrent *la répartition des différentes catégories de sol existantes (en hectare par habitant)* :

*Tableau n°20 : Répartition des différentes catégories de sol existantes (en hectares par habitant)*

| | |
|---|---|
| . *Climat trop froid* | ha 1,01 |
| . *Sol trop montagneux* | ha 1,01 |
| . *Sol trop aride* | ha 1,01 |
| . *Sol impropre à la culture* | ha 0,50 |
| . *Sol potentiellement utilisable* | ha 1,07 |
| . *Sol effectivement cultivé* | ha 0,45 |

Si les terres potentiellement utilisables étaient cultivées, elles permettraient, approximativement, de tripler la production. On peut ainsi affirmer que si plus de la moitié de la surface terrestre, pour des raisons diverses, ne peut être productive, un quart de cette surface peut être exploité à des fins agricoles, soit 2,5 fois ce qui est réalisé actuellement.

Cette possibilité d'augmenter la production alimentaire par l'utilisation de nouvelles terres existe encore dans les régions équatoriales, dans les savanes d'Afrique, en Amérique latine, en Australie, dans les régions semi-arides du Tigre-Euphrate et dans les régions froides (37).

Par contre, peu de terres restent disponibles en Asie, alors que ce continent possède la population la plus importante et est confronté avec le problème alimentaire le plus angoissant.

Cette potentialité offerte par les terres pas encore cultivées, alors qu'elles pourraient l'être, si elle existe effectivement, est, cependant, surtout *théorique*. Si ces terres ne sont pas encore cultivées, c'est qu'il existe, sauf exceptions, des obstacles à leur exploitation. Ces obstacles sont de natures diverses et nous signalons, à titre d'exemple, l'accessibilité difficile ou le sous-peuplement de ces régions, ainsi que le coût des investissements exigés par de telles entreprises.

A propos de cette expansion possible des superficies consacrées aux productions vivrières, il nous faut

préciser un point particulier. L'on sait que toutes les terres actuellement cultivées ne donnent pas que des productions vivrières. Il s'agit par exemple, des terres où l'on cultive le caoutchouc, le coton, le tabac...

Peut-on modifier quelque chose dans ce domaine ? Peut-on convertir de telles terres en terres consacrées uniquement aux cultures vivrières, et celà est-il souhaitable ?

Les terres consacrées aux cultures industrielles représentent 7 % de l'ensemble des terres cultivées.

Ainsi, si l'on remplaçait par des produits synthétiques le caoutchouc et les fibres, les terres ainsi récupérées pour une production vivrière ne seraient pas considérables, mais aussi non négligeables.

Par exemple, *le caoutchouc synthétique* produit en 1960 a permis de "libérer" une surface permettant de nourrir vingt millions de personnes (20).

Si les quantités produites de fibres et de caoutchouc naturel représentent une proportion de plus en plus réduite par rapport aux productions synthétiques, il n'en reste pas moins que ces produits assurent aux pays qui en font la culture des entrées de devises intéressantes. Leur suppression ne présente donc pas toujours un avantage certain.

D'autre part, et comme nous le verrons (proposition n°5), il n'est plus possible actuellement de considérer le coton comme une plante exclusivement non vivrière.

Quoiqu'il en soit l'augmentation de la production alimentaire provient, et proviendra de plus en plus, non pas de l'accroissement des superficies cultivées, mais plutôt de la meilleure utilisation des terres actuellement travaillées. "La solution du problème doit être cherchée principalement dans l'accroissement du rendement unitaire annuel de la terre cultivée" (BOERMA, 90).

## 2 - *PROGRES DANS L'UTILISATION DES TERRES CULTIVEES.*

*"Les plus grandes perspectives d'avenir pour l'augmentation des réserves alimentaires du globe reposent encore, en grande partie, sur les moyens de faire progresser l'agriculture traditionnelle dans les régions tropicales et subtropicales"(46).*

Nous rappelons en quelques lignes, quelques-unes des conditions nécessaires à une meilleure utilisation des terres :

a) *La lutte contre l'appauvrissement des terres (cf. proposition n°3) :*

- soit par la rotation des récoltes,
- soit par l'utilisation d'engrais (fumier, engrais artificiels) :

*"Selon les spécialistes de la FAO, la production peut probablement être augmentée (excepté dans un très petit nombre de pays) d'au moins 50 % et dans beaucoup de pays de 100 %, grâce à ces seules méthodes" (37).*

b) *La maitrise de l'eau (id.) :*

- soit par son utilisation (irrigation),
- soit par son contrôle (lutte contre l'érosion, suppression des destructions inconsidérées de forêts).

c) *Amélioration des cultures et de l'élevage (cf. infra).*

d) *Lutte contre les fléaux et les maladies (cf. proposition n°3).*

e) *Utilisation plus répandue de matériel :*

qu'il s'agisse :

- du petit matériel à main, mieux adapté,
- ou, des tracteurs et autres machines agricoles.

La mécanisation offre beaucoup d'avantages :

- Elle diminue la peine de l'homme.

- Elle libère des terres cultivables : celles qui ne sont plus consacrées au fourrage des animaux de trait. A cet égard, un tracteur permet de faire l'économie de 4 à 6 chevaux (75).

- D'autre part, les tracteurs, du fait de la rapidité du travail qu'ils permettent d'accomplir, réduisent le temps nécessaire aux semailles et aux récoltes, ce qui allonge d'autant la période de croissance et de maturation. D'où la possibilité de mettre en culture des terres situées dans des régions froides ou périodiquement pluvieuses (92).

Tous ces efforts demandent beaucoup de travail,de recherche, d'éducation et de vulgarisation ainsi que des capitaux abondants.

Nous ne pouvons pas aborder dans une telle étude, les problèmes économiques, institutionnels et politiques auxquels les responsables sont confrontés.

Qu'il nous suffise de rappeler que le *nutritionniste* a pour tâche d'informer ces responsables, en fonction des conditions locales de productions et de besoins, sur les priorités à donner dans la planification alimentaire du pays.

Quittant ces quelques généralités, nécessairement très résumées, nous voulons exposer maintenant, quelle est la situation actuelle et quelles sont les perspectives quant à la production - et à son développement - des *protéines animales*.

## A) *LES PROTEINES ANIMALES.*

Ces protéines, dont nous avons déjà souligné la grande valeur nutritionnelle sont essentiellement représentées par :

- la viande,
- le lait et les différents produits laitiers,
- les volailles et les oeufs,
- les produits de la pêche (cf.proposition n°2).

Si les protéines animales sont caractérisées par leur grande qualité nutritionnelle, elles le sont aussi par leur rareté et par leur coût élevé.

Ceci se vérifie particulièrement pour la *viande*, problème que nous envisageons en premier.

*1 - LE PROBLEME MONDIAL DE LA VIANDE.*

*"L'un des phénomènes les plus frappants que la présente étude met en lumière est l'écart grandissant entre les niveaux de consommation de la viande dans les régions développées et dans les régions en voie de développement. Pour élever le niveau de nutrition de leur population, les pays en voie de développement s'efforcent d'accroître et d'améliorer la production animale, ce résultat devant par ailleurs contribuer à diversifier l'agriculture. Mais la tâche est immense, d'autant plus que la demande de produits carnés et la production de viande sont étroitement liés au niveau des revenus des consommateurs" (39, L'économie mondiale de la viande. Avant-propos).*

*a) Les bovins :*

Quels sont les moyens qui peuvent être utilisés pour accroître la production de bétail ?

- On peut sélectionner le cheptel et l'améliorer génétiquement.

- Quand les conditions climatiques sont mauvaises, ce qui constitue, avec les épizooties, un gros handicap au développement du bétail sous les tropiques, on peut faire des croisements de races indigènes avec des animaux importés.

- On peut développer des variétés résistantes aux maladies :

par exemple, l'espèce texane croisée de zébu résiste à la fièvre provoquée par les tiques (92).

- Il faut lutter contre les maladies, dont les principales sont la fièvre aphteuse (qui sévit presque partout, mais surtout en Amérique latine), la peste bovine (en Afrique, en Asie...), la trypanosomiase (qui provoque des ravages sur quelques dix millions de kilomètres carrés en Afrique)... Il faut utiliser des variétés résistantes, vacciner ou abattre le bétail, utiliser des insecticides, etc...

- Il faut fournir au bétail une alimentation correcte (ce qui exige une meilleure formation de l'éleveur), et éviter la pénurie pendant la saison sèche (ce qui pose le problème de la production et de l'emmagasinage du fourrage). Il faut améliorer les rendements des pâturages et établir des points d'eau.

Quand on traite des bovins, il ne faut jamais oublier que bien souvent, ils ne sont pas élevés pour leur viande. Ainsi, en Extrême-Orient, les bovins servent d'animaux de travail, leur viande "est presque un sous-produit de l'élevage des bêtes de trait" (9). En Afrique et au Moyen-Orient, ils constituent un symbole de prospérité,et ailleurs, comme aux Indes, ils sont objets de croyances religieuses.

Mais, l'obstacle majeur qui s'oppose à leur développement est leur *très faible productivité* : leur cycle de reproduction est long. Aussi :

> *"Bien que les produits animaux soient grandement estimés dans la plupart des pays, leur production est une extravagance quand elle dépend de la terre ou du fourrage qui auraient pu être utilisés à nourrir les gens. Cette extravagance peut être tolérée dans les pays bien nourris, mais pas dans ceux qui sont à court de nourriture" (77).*

Il existe, cependant, quelques facteurs qui sont favorables au développement du bétail :

- ainsi, par exemple, le fait que de grandes superficies de terres ne peuvent être utilisées que pour le pâturage, d'une part, et, d'autre part, les progrès effectués

par l'alimentation du bétail. En effet, une alimentation, à bas prix, à base d'urée de synthèse est possible et se généralise.

Avant d'aborder les autres sortes de viandes,il est logique d'examiner ici - les productions laitières étant principalement d'origine bovine - quelle est la situation mondiale du *lait* et de ses dérivés.

*b) Le lait :*

Ce produit excellent devrait être, au moins, disponible pour les enfants. Or, il est rare et coûteux, et même, dans bien des pays, il est inexistant.

Du fait des conditions climatiques, des conditions d'élevage, des zoonoses..., les *rendements* dans les pays tropicaux sont très faibles.

Quelques chiffres de rendements, par vache laitière (en 1966, par kg et par an),dans quelques pays montrent à l'évidence la médiocrité des productions dans les pays tropicaux (80) :

*Tableau n°21 :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| . *Bermudes* | : 5568 | . *Brésil* | : 440 |
| . *Israël* | : 4933 | . *Argentine* | : 400 |
| . *Japon* | : 4300 | . *Maroc* | : 370 |
| . *Pays-Bas* | : 4180 | . *Niger* | : 200 |
| . *France* | : 2912 | . *Inde* | : 200 |
| | | . *Togo* | : 120 |

Le rendement des vaches bonnes laitières diminue très fortement quand elles sont transplantées en pays tropicaux :

*"Une vache laitière de bonne race à 16°, mange la moitié ou le tiers de la même nourriture à 32° et elle ne produit alors que 30 % de ce qu'elle aurait produit en climat tempéré".*

Les conditions qui s'opposent au développement de la production de la viande bovine se retrouvent naturellement ici. Mais, avec le lait, il faut résoudre d'autres problèmes comme ceux :

- de la sélection des races bonnes productrices,
- des équipements modernes pour laiteries qui doivent être importés (problème de devises),
- du traitement et de la conservation, de la commercialisation et du transport de ces denrées périssables.

Aussi :

*"Comme l'expansion de la production laitière dans les pays en voie de développement est sans doute une entreprise de longue haleine, les produits laitiers importés pourraient jouer un rôle important pendant quelques temps encore dans bon nombre de ces pays, surtout dans les nouveaux centres urbains et industriels" (38).*

*(Mais il faut noter qu'en 1970, il y eut une baisse des quantités de produits laitiers en surplus dans les pays traditionnellement excédentaires).*

Le lait liquide étant dans les pays en voie de développement facilement et souvent altéré, quelques sous-produits moins coûteux et moins fragiles sont parfois utilisés. Par exemple :

- le *"filled milk"* qui est un lait écrémé en poudre (importé), complété par des matières grasses d'origine végétale locale,
- le *"toned milk"* (en Inde) : c'est du lait écrémé en poudre (id.) - ce lait apportant surtout les protéines - qui est additionné de lait indigène de vache ou de buffone - lait qui est riche en graisse.

Le lait écrémé en poudre (qui contient 36 % de protéines) est peu coûteux, c'est :

*"une des sources les moins coûteuses de protéines animales sur le marché mondial... A l'heure actuelle, le lait écrémé en poudre dans les pays en voie de développement est plus coûteux que le produit importé" (38).*

Le problème de la pénurie en protéine d'un pays doit, d'une manière générale, et dans la mesure du possible,

recevoir des solutions locales. Il n'en reste pas moins vrai que les importations de lait en poudre présentent de tels avantages, qu'elles constituent des mesures recommandables, car :

- la production locale de lait est en général faible, réalisée dans de mauvaises conditions, et des changements radicaux demanderaient trop de temps,
- le lait en poudre importé est un produit relativement peu coûteux,
- et il constitue, grâce à ses qualités, une source de protéines animales difficilement remplaçable.

Les Etats, en contre-partie d'une aide financière éventuelle, doivent, bien sûr, veiller à ce que ces importations profitent aux groupes vulnérables et, en particulier, aux *enfants*.

Nous revenons, maintenant, aux autres catégories de viandes avec les ovins.

*c) Les ovins :*

Ils posent moins de problèmes, car ils ont une croissance assez rapide et arrivent vite à l'âge adulte. Leur élevage est intéressant aussi parce qu'ils peuvent subsister en zone aride.

*d) Les porcins :*

Les porcins présentent l'avantage, avec les volailles, d'être des animaux à croissance rapide.

Cependant, le développement de la production de la viande porcine se heurte à deux obstacles principaux :

- leur consommation ne doit pas faire l'objet d'interdits religieux,
- et, le fourrage n'étant, pour ces animaux, pas suffisant, l'approvisionnement en céréales et autres aliments, doit être possible.

e) *La viande de volaille et les oeufs :*

L'aviculture a fait des progrès récents et a vu le prix de ses produits diminuer. Signalons les progrès relatifs à la sélection et à la nutrition, ainsi que ceux qui concernent l'élevage en lieu clos (qui rend plus aisée la lutte contre les maladies et contre les parasites).

Dans ces conditions, les productions d'oeufs augmentent notablement :

- par exemple, tel élevage où la production était de 20-30-40 petits oeufs par an et par pondeuse, voit s'élever cette production à plus de 200 oeufs de taille normale par an, et ce pour une nourriture, moindre par oeuf, attribuée à de bonnes pondeuses (38).

*Les grands centres de production aviaire* nécessitent un réseau commercial bien organisé (ils sont, en général, situés près des grands centres urbains). Les approvisionnements réguliers et les débouchés doivent leur être assurés.

A côté de ces grands élevages quasi-industriels, *les petits élevages familiaux* gardent tout leur intérêt.Ces élevages peuvent d'ailleurs comporter d'autres animaux de basse-cour, comme les lapins, pintades, canards, etc...

Il est simplement nécessaire de divulguer quelques normes simples d'alimentation, de logement des animaux,et de généraliser, dans la mesure du possible, la vaccination.

Parallèlement, il faut enseigner aux mères l'intérêt nutritionnel des oeufs, et les inciter à les faire consommer par leurs enfants.

Quel que soit le moyen utilisé (production industrialisée ou petits élevages familiaux), la production d'oeufs est un des domaines où *les progrès les plus spectaculaires peuvent être faits*. Nous voulons, à cet égard, citer le cas de l'Inde :

> *"En Inde par exemple, la production d'oeufs a doublé entre 1961 et 1968, passant de 5 à 10 oeufs par personne (la France avait en 1968, une production, par personne 20 fois supérieure - Note personnelle). Le gouvernement vise à augmenter encore ces chiffres de façon à*

*arriver à 15 oeufs par personne en 1974, date à laquelle 84 millions de pondeuses devraient pouvoir produire 9000 millions d'oeufs par an" (46).*

## 2 - *CONCLUSIONS : LA PENURIE DE PROTEINES D'ORIGINE ANIMALE.*

Quelles conclusions peut-on tirer quant à la production de protéines d'origine animale (abstraction faite des produits de la pêche) ?

Malgré les progrès accomplis (amélioration génétique, lutte contre les maladies), la production animale est très en retard par rapport aux besoins de la plupart des pays.

Or, selon le *Plan Indicatif Mondial* provisoire pour le développement de l'agriculture de la FAO (PIM) :

*"L'effet conjugué de l'accroissement démographique et de l'élévation du revenu entre 1962 et 1985 accroîtra, dans les pays en voie de développement, la demande de viande, (de poisson), et d'oeufs de 250 %, et la demande de lait d'environ 230 %...*

*Il sera difficile de satisfaire une demande accrue de lait à prix constant, et le rythme voulu d'expansion de production de la viande ne pourra être atteint seulement avec les ruminants, à cause de la longueur de leur cycle de reproduction. Il faudra donc faire appel à une production complémentaire de volailles et de porcs (c'est-à-dire d'espèces à cycle court)...*

*Il suffirait que le taux de croissance annuel moyen pour l'ensemble des pays en voie de développement soit de 11 % pour la viande de volaille et 5 % pour la viande de porc pour combler l'écart entre l'offre et la demande de viande, et ces objectifs semblent techniquement réalisables encore qu'ils impliquent des changements importants de la structure de la consommation de bien des pays" (45).*

Quoi qu'il en soit, actuellement et pour longtemps encore, le coût des protéines animales est tel (du fait des contraintes de production les plus élevées), qu'elles sont et qu'elles resteront au-dessus du pouvoir d'achat de la majorité des populations du tiers-monde.

Aussi, tout ce qui peut contribuer à développer les disponibilités en protéines animales doit être recherché et encouragé.

On sait que le nombre des espèces d'animaux domestiques est petit. Aussi donne-t-on une importance croissante à la *faune sauvage* comme source de protéines animales, particulièrement en Afrique et en Amérique latine.

Des études génétiques et écologiques sont actuellement entreprises pour voir comment on pourrait croiser ou faire cohabiter des espèces sauvages et domestiques et comment se feraient les transmissions de maladies entre ces animaux (en Afrique, plus de 30 espèces peuvent coexister dans certaines régions (90)).

Les herbivores sauvages sont intéressants car on peut les exploiter sur des terres dégradées et marginales, et parce qu'ils fournissent une viande de qualité comparable, sinon supérieure à celle des animaux domestiques. De plus, dans certaines régions (Afrique), l'acclimatation d'animaux domestiques est tout à fait impossible,et on ne peut compter que sur ces espèces.

Dans le tableau n°22, ci-après on donne la croissance quotidienne approximative du poids des ongulés sauvages en Afrique Orientale et Centrale, avec pour comparaison les chiffres relatifs au boeuf d'élevage et au mouton, en livre par jour.

En Amérique du Sud, le *Capybara* est comestible. C'est un grand rongeur : l'adulte a quatre pieds de long. De même, on peut consommer un herbivore : le *Siremia*, soit le Manatee d'eau douce, dont l'adulte a quinze pieds de long, soit le *dugong* maritime.

Cependant, des problèmes pratiques restent à résoudre : ceux de l'abattage, sur une grande échelle, dans les conditions locales, ainsi que les difficultés techniques de préparation, de distribution et d'emmagasinage afin de réduire les pertes au minimum (61).

Signalons à titre documentaire et dans un autre domaine, qu'en France, des recherches pour augmenter la production de protéines animales, portent sur :

Tableau n° 22 : Croissance quotidienne approximative du poids des ongulés sauvages en Afrique Orientale et Centrale (avec pour comparaison les chiffres relatifs au boeuf d'élevage et au mouton), en livre par jour (79).

| | |
|---|---|
| *Elan du Cap (Taurotragus oryx)* | 0,73 |
| *Gnou (Gorgon taurinus)* | 0,52-0,41 |
| *Bubale (Alcelaphus buselaphus)* | 0,50-0,39 |
| *Topi (Damaliscus lunatus)* | 0,44-0,34 |
| *Gazelle de Grant (Gazella sp.)* | 0,26-0,22 |
| *Impala (Aepyceros melampus)* | 0,26-0,20 |
| *Gazelle de Thomson (Gazella sp.)* | 0,13-0,08 |
| *Boeuf d'élevage* | 0,30 |
| *Mouton* | 0,12 |

- le double agnelage des ovins (au lieu d'un agnelage par an),
- les naissances gémellaires des bovins, grâce à l'application de traitements hormonaux.

(Institut National de la Recherche Agronomique, Centre de recherches vétérinaires et zootechniques de Tours-Orfrasière, in Concours Médical, 27.11.1971 - 93.9 - pp. 1451.2. "Le rendez-vous de Tours ou des protéines avant toute chose").

Vu leur coût, les pays en voie de développement ne peuvent guère se tourner vers les *importations de viande*. Aussi, doivent-ils chercher à accroître les productions locales de protéines animales, développer la pêche ainsi que les productions de protéines végétales de meilleure qualité et en plus grande quantité.

Aussi, le moment est-il venu d'envisager la deuxième grande source de protéines "classiques" :

## B) *LES PROTEINES VEGETALES.*

Si nous considérons les protéines végétales après les protéines animales, c'est parce qu'elles ont, d'une manière générale, une qualité nutritionnelle inférieure. Néanmoins, *elles assurent la plus grosse partie des disponibilités protéiniques de l'humanité*. Ce fait fondamental suffit à expliquer la très grande importance des répercussions qu'implique tout développement quantitatif ou toute amélioration qualitative de leur production.

Parmi les protéines d'origine végétale, ce sont les protéines fournies par les *céréales* qui sont prépondérantes.

### *1 - LES CEREALES.*

Les céréales occupent la *première place* dans l'alimentation humaine : elles fournissent 53 % des calories absorbées. Les deux "céréales nobles" fournissent à

elles seules respectivement 21 % de toutes les calories pour le riz et 20 % pour le blé (17).

*"A elles seules, les céréales qui constituent l'aliment de base de 95 % de la population des pays en voie de développement, représentent 40 à 70 % des disponibilités totales en protéines" (45).*

Les céréales constituent la première source de protéines quelles qu'elles soient : animales ou végétales. Dans les pays en voie de développement, elles assurent la plus grande proportion des protéines entrant dans les régimes consommés par les hommes. Cette proportion est supérieure à celle de toutes les autres sources de protéines combinées.

Il est certain que lorsque le revenu des populations augmente, la consommation des céréales diminue.D'autre part, il existe une sorte de facteur limitant du volume ingéré : une certaine limite de consommation ne peut être dépassée, en particulier chez les enfants (taux protéocalorique et valeur biologique moyens).

Ces deux facteurs constituent des limites à leur consommation. Cependant, la production céréalière doit, au moins, suivre la progression démographique, et ailleurs, doit s'implanter : par exemple dans les régions où les aliments de base sont constitués par les racines féculentes, et ceci, bien que les céréales aient dans ces régions des cultures moins faciles et des rendements caloriques à l'hectare inférieurs.

Dans la décennie 1950-59, l'augmentation de production céréalière provenait pour un cinquième de l'augmentation des superficies cultivées, et pour quatre cinquièmes de celle des rendements (17).

Le rendement des céréales (variétés classiques), par unité de temps et de surface cultivée, est cinq fois supérieur à celui des protéines animales d'origine agricole (en dehors de leur rendement, les céréales présentent un autre avantage : c'est que produits peu hydratés, elles sont peu onéreuses à transporter et à conserver).

L'augmentation des superficies cultivées étant difficile ou devant être réservée à d'autres usages, il faut donc s'efforcer d'accroître les rendements :

*"La tâche principale consiste donc à accroître le rendement des céréales le plus vite possible, non seulement parce qu'elles représentent la source principale de calories et de protéines dans l'alimentation humaine et l'élément le plus important des aliments concentrés du bétail, mais aussi parce qu'il faut libérer des terres pour d'autres cultures vivrières" (44).*

Les céréales étant l'aliment de base, parfois presque exclusif, de nombreuses populations des pays en voie de développement, il y a un très grand intérêt à améliorer leur qualité.

Ainsi, ces dernières années, des progrès, de plus en plus généralisés, portant soit sur les variétés, soit sur les pratiques agricoles, ont permis des récoltes spectaculairement accrues.

Les céréales (blé, seigle, orge, avoine, riz, maïs, et six genres principaux de mil) ont une production mondiale qui dépasse un milliard de tonnes.

Cette production a, schématiquement, une double destinée :

α) La moitié est consommée directement par les hommes, principalement sous forme de blé et de riz. Ces céréales fournissent la *moitié des protéines* (de toutes origines) des régimes alimentaires de l'humanité,et 57 % de la ration protéique dans les pays en voie de développement (on s'aperçoit ainsi aisément de l'influence considérable que peuvent avoir toutes les améliorations portées à leur sélection, leur culture, leur stockage...).

β) L'autre moitié, constituée surtout par les autres céréales, sert à l'alimentation animale.

Ces dernières années, les chercheurs ont réalisé des variétés à *haut rendement* (afin de couvrir les besoins en calories), des variétés à *haute teneur protéique* (les céréales contiennent en poids de 6 à 22 % de protéines,la valeur la plus fréquente étant 10 % (J.A. SCHELLENBERGER (65)),et surtout à *meilleure composition protéique*.

On s'est efforcé, en particulier, de sélectionner ou de créer des variétés riches en *lysine*, qui est l'acide aminé limitant primaire des céréales.

En examinant successivement, et brièvement, les différentes céréales, nous soulignerons pour chacune d'elles les progrès marquants accomplis dans ces directions.

Nous voulons cependant, auparavant rappeler schématiquement comment on obtient ces nouvelles variétés (de céréales, ou de toute autre plante).

Il existe deux manières d'obtenir de nouvelles variétés : *la sélection et l'hybridation.*

W.H. PAWLEY, à la Conférence Mondiale sur la Population, à Rome, en 1954 (FAO, 1954, 92) soulignait l'intérêt de ces méthodes :

> *"La sélection, c'est-à-dire le choix des meilleures variétés qui existent déjà, et l'hybridation, c'est-à-dire la création de nouvelles combinaisons génétiques offrent des possibilités considérables d'accroître encore la production agricole".*

Quand l'hybridation résulte de croisement de variétés différentes ayant une ou plusieurs qualités intéressantes que l'on désire trouver rassemblées dans l'hybride, il faut étaler ces croisements sur plusieurs générations. Ceci prend du temps.

Aussi se tourne-t-on vers des techniques nouvelles :

- *La multiplication végétative* (sans fécondation) *d'embryons de graines* ("Science et Vie", n°641).

  Cette méthode étudiée par H. RABECHAULT à l'Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) permet la production de semences identiques génétiquement puisqu'elles proviennent de la même graîne.

- *Les mutations provoquées* par des agents chimiques (colchicine) ou physiques (radiations ionisantes) qui entraînent des variations chromosomiques.

Beaucoup des mutations obtenues n'offrent aucun intérêt, mais toutes sont étudiées systématiquement de façon à déceler celles qui pourraient être utilisées.

*a) Le riz :*

Nourriture des pays pauvres et surpeuplés, le riz dont la culture nécessite un travail pénible, une irrigation satisfaisante, des conditions climatiques favorables, etc..., est la denrée alimentaire la plus consommée dans le monde.

C'est l'aliment de base de la moitié de l'humanité et la nourriture à peu près exclusive d'un milliard de personnes.

Pour des centaines de millions d'asiatiques, le riz est une culture de subsistance : plus de la moitié de la récolte mondiale de paddy demeure chez l'exploitant.

Le riz fournit 20 % de la valeur *énergétique* des régimes alimentaires de l'ensemble de l'humanité (la proportion atteint 27 % si l'on ne considère que les pays en voie de développement) (41).

Le taux caloricoprotéique du riz étant, en moyenne, de 9 %, cet aliment assure un rôle prépondérant parmi les sources de protéines destinées à la consommation humaine.

Ces chiffres sont éloquents. Cependant, dans les pays où le riz est l'aliment de base, les besoins sont si élevés qu'il s'est avéré nécessaire de prendre un certain nombre de mesures. Nous en citerons quatre :

1 - Afin que le riz ne soit plus un aliment exclusif, afin de soustraire les populations de la dépendance considérable, où elles sont, des facteurs climatiques, les gouvernements intéressés ont encouragé son remplacement par d'autres céréales telles que le blé.

Par goût, ces populations préférant le riz, il s'est avéré nécessaire d'introduire le blé dans les habitudes alimentaires. Au Japon, par exemple, celà a été fait par l'intermédiaire des repas scolaires.

(Il est à noter que dans d'autres régions, comme certains pays d'Afrique, le Brésil, etc... le phénomène inverse existe. Le riz remplace alors des céréales secondaires ou des racines féculentes).

2 - On s'efforce d'améliorer la valeur nutritionnelle du riz grâce à des procédés plus élaborés d'usinage et de préparation. En effet :

*"L'usinage et le blanchissage font perdre au riz cargo environ 15 % de ses protéines, 75 % de ses matières minérales et jusqu'à 90 % de sa thiamine" (89).*

3 - Le riz possède une protéine d'assez bonne qualité. Il n'est guère avantageux de chercher à améliorer sa composition en acides aminés. Par contre, le taux protéocalorique étant faible, on a cherché à accroître la teneur en protéine.

4 - La production de riz s'est accrue de façon considérable grâce aux progrès accomplis dans le domaine de l'aménagement des eaux, dans celui des pratiques culturales, et grâce à l'introduction de nouvelles variétés à rendement élevé (quintaux/hectare). Ces variétés ont un rendement qui est 2.3.4. fois plus élevé que celui des variétés traditionnelles.

Mais ces variétés à rendement élevé exigent des apports d'engrais suffisants et des mesures phytosanitaires importantes. Si ces efforts, d'ailleurs coûteux, ne sont pas entrepris, les récoltes s'avèrent catastrophiques du fait de l'épuisement des sols ou des pertes accrues provoquées par les parasites et les maladies.

Parmi ces nouvelles variétés, citons l'*IR8*, mis au point par l'I.R.R.I. (International Rice Research Institute,Los Baños, Philippines).

Ce riz est obtenu par croisement du riz Indica (traditionnel des rizières tropicales) et du riz japonica (traditionnel des rizières septentrionales).

Cette espèce a permis d'augmenter notablement les productions rizicoles de certains pays (Philippines, Pakistan...).

Des variétés de riz *résistantes à certaines maladies* ont été mises au point. Par exemple, en Inde des variétés sont résistantes à la *piriculariose* (qui avait parfois détruit jusqu'à 80 % de la récolte), et aux Philippines, d'autres sont résistantes aux *foreurs de la tige* (qui

ont ravagé jusqu'à 30 % des récoltes). (D'autres maladies importantes du riz, sont, aux Indes l'helminthosporium,et en Amérique Centrale et du Sud, la virose hoja).

Ces nouvelles variétés de riz sont maintenant introduites dans la plupart des pays rizicoles. Les résultats obtenus se sont révélés très favorables.

Grâce à l'ensemble de ces mesures, des pays classiquement gros importateurs sont devenus exportateurs (Philippines).

*b) Le blé :*

Le blé est la deuxième grande céréale "noble" consommée dans le monde. Son importance est presque aussi grande que celle du riz. Le blé fournit 20 % de l'apport *énergétique* alimentaire de l'humanité (17).

Contrairement au riz, c'est plutôt une céréale des zones tempérées. Le blé supporte mal les climats tropicaux, sauf en altitude.

Si son taux caloricoprotéique est plus élevé (11,5 %) que celui du riz, sa composition en acides aminés est beaucoup plus médiocre.

Cette céréale présente un déficit important en *lysine* (acide aminé limitant primaire). L'écart entre les acides aminés limitants primaire et secondaire étant important, tout enrichissement (par apport extérieur ou par élaboration de nouvelles variétés) augmente notablement la valeur nutritionnelle.

Aussi, les recherches de ces dernières années ont-elles conduit à l'obtention de *nouvelles variétés* de blé qui sont :

- plus résistantes au climat tropical (variétés élaborées au Mexique), ou adaptées à des régions où les bonnes saisons sont trop courtes ou la pluviosité trop faible,
- réfractaires à une maladie du blé, la *rouille* (variété découverte par BORLAUG),
- résistantes à la *verse* (la plante se courbe sous son poids),

- plus riches en *lysine* (variétés à plus de 4 % de lysine) et plus riches en protéines,
- à rendements trois fois plus élevés que les rendements traditionnels : il s'agit de variétés *à tige courte* qui ont moins de paille et davantage de grains.

c) *Le maïs* :

Cette céréale surtout consommée en Amérique latine et en Afrique, a un taux caloricoprotéique assez élevé (11 %). Mais du fait du déséquilibre en acides aminés de son principal constituant azoté, la *zeine* (déficit en lysine, tryptophanne, acides aminés soufrés), elle est d'une qualité protéinique médiocre.

Elle a fait l'objet d'études nombreuses qui ont abouti à des découvertes remarquables.

Dès avant 1930, on connaissait des mutants *naturels* du maïs (19) :

- *"Opaque 2"* (JONES et SINGLETON),
- *"Farineux 2"* ou *"Floury 2"* (MUMM).

En 1964-65, O.E.NELSON,E.T.MERTZ et S.BATES ont montré que, du fait de ces mutations, la composition protéique de l'endosperme de maïs était modifiée.

En effet, les taux de lysine et de tryptophanne, normalement bas dans le maïs, sont, dans ces mutants, beaucoup plus élevés, ce qui augmente la valeur nutritionnelle de la céréale.

Cette amélioration qualitative a l'avantage de ne pas entraîner de modifications agronomiques (le rendement n'est pas diminué).

La teneur en lysine du maïs "Opaque 2" est accrue de 70 % - de même que la valeur biologique - par rapport au maïs ordinaire (32).

Ces variétés présentent donc un intérêt remarquable pour les populations dont l'aliment de base est le maïs.

Cependant, il est à noter que si tous les auteurs s'accordent pour reconnaître la qualité supérieure de ces

mutants par rapport au maïs ordinaire, les résultats chiffrés *varient* considérablement, qu'il s'agisse du taux protéique ou de la teneur des acides aminés limitants.

On s'en convaincra aisément en comparant les *différents résultats* publiés, que nous avons rapprochés dans le tableau ci-après (tableau n°23).

Ces nouvelles variétés doivent faire l'objet de quelques remarques complémentaires :

1 - La *leucine* qui est en excès dans le maïs ordinaire a une teneur moindre dans la variété *Opaque 2*.

La valeur nutritionnelle des protéines du maïs Opaque 2 est remarquable : *c'est l'une des meilleures protéines végétales*. Son énergie métabolisable est aussi très bonne, supérieure à celle du maïs normal.

2 - BAUDET, CAUDERON, FAUCONNEAU, MOSSE et PION ont montré qu'un troisième gène mutant : *l'Amylose - extender* (A-e) possède un effet cumulatif avec le gène Opaque 2 quant à la teneur en lysine.

3 - Le mutant *Farineux 2* a une composition en acides aminés améliorée : les teneurs en lysine, tryptophanne, méthionine sont supérieures à celles du maïs ordinaire.

4 - L'un ou l'autre des deux gènes (Opaque 2 ou Farineux 2) peut être introduit dans des variétés de maïs quelconques. Ces nouvelles variétés de maïs sont maintenant cultivées dans de nombreux pays.

5 - Une autre variété de maïs, à haute teneur en lysine a été étudiée par BAZOU et GIBIRILA, sous la direction de GENEVOIX. Il s'agit d'une variété de maïs dahoméen : le *SCAR III* (19).

6 - Les techniques d'hybridation ont permis d'obtenir des espèces à rendement très élevé (rendement double par rapport au maïs ordinaire). Comme pour toutes les semences hybrides à rendement élevé, des engrais et des méthodes culturales adaptées sont nécessaires :

Tableau n°23 : Taux protéique et teneur en lysine et tryptophanne des nouvelles variétés de maïs comparés au maïs ordinaire. Différents résultats.

| Référence | Mutant | Lysine (g) | Tryptophanne (g) | Taux protéique (%) |
|---|---|---|---|---|
| | | Pour 100 g de protéines | | |
| | | (et différence, en pourcentage, avec les maïs témoins) | | |
| 19 | Farineux 2 | 4,8 (+ 60 %) | | 17,0 (+ 88 %) |
| | Maïs témoin | 3,0 | 0,7 | 9,0 |
| | Opaque 2 | 5,0 (+ 66 %) | 1,3 (+ 85 %) | 10,5 (+ 16 %) |
| 1 | Maïs de référence | 3,1 | 0,50 | 9,34 |
| | Opaque 2 | 4,4 (+ 42 %) | 0,78 (+ 56 %) | 9,03 (- 0,34 %) |
| 18 | Maïs de référence | 2 | | |
| | Opaque 2 | 3,4 (+ 70 %) | | |
| 1 | Maïs témoin | 2,4 | | |
| | Opaque 2 | 4,8 (+ 100 %) | | |
| | Amylose extender | 3,25 | | |
| | Ae + Op. 2 | 5,4 (+ 125 %) | | |

. le maïs hybride cultivé "de façon classique" donne un rendement accru de 20 % par rapport au maïs ordinaire,

. le maïs hybride bénéficiant de méthodes culturales scientifiques et d'engrais appropriés a un rendement augmenté de 200 à 300 %.

L'IRAT (Institut de Recherches Agronomiques Tropicales) a introduit en Côte d'Ivoire un hybride de maïs, le *"composé jaune de Bouaké"*. Les rendements obtenus sont moins spectaculaires, mais néanmoins intéressants : 25-50% ("Science et Vie", n°641).

*d) Les mils et le sorgho :*

Ces céréales bénéficient aussi des applications des derniers progrès de la Science. Comme leur taux calori-coprotéique est très bon, on s'est surtout attaché à augmenter la teneur en lysine. Cet acide aminé est le facteur limitant primaire. Son déficit est nettement supérieur à celui du deuxième acide aminé limitant. Aussi, est-il aisé d'obtenir une amélioration qualitative rapide.

Des variétés de mil et de sorgho à rendements plus élevés que les variétés ordinaires (+ 60 %) ont été réalisées.

x x x

Ainsi que nous venons de le voir dans les paragraphes précédents, l'introduction de variétés à haut rendement ou de qualité protéique meilleure se généralise et s'étend à toutes les céréales.

Ces nouvelles cultures présentent à la fois des avantages et des inconvénients.

L'introduction des nouvelles céréales à haut rendement crée un certain nombre de problèmes agronomiques, phytosanitaires et commerciaux. Leurs cultures étant beaucoup plus coûteuses que celles des céréales classiques,les avantages offerts (profit) doivent être suffisants pour que les paysans soient incités à les entreprendre.

Le coût des investissements nécessaires - les Anglo-saxons parlent d'"inputs" - pour l'achat des engrais, des pesticides, le développement de l'irrigation, l'adaptation aux nouvelles techniques culturales (assolement)..., fait que ces céréales seront d'abord cultivées dans les zones rurales riches. Et ceci, d'autant, que s'agissant d'une agriculture intensive, l'entretien ou l'amélioration de la fertilité doivent être constants.

Les productions obtenues feront de tels progrès que les cours risquent de s'effondrer, ruinant les paysans des régions rurales pauvres. Ceux-ci ne peuvent pas entreprendre de telles cultures et la part de leur production qu'ils commercialisent ne peut plus être compétitive.

D'où l'abandon des campagnes, le développement hypertrophique des villes, le chômage... et un état nutritionnel encore plus médiocre.

> *"Pour le paysan des zones marginales, la compétition avec ces producteurs privilégiés semble perdue d'avance. Sa situation économique et alimentaire risque de se détériorer en raison de la baisse prévisible des cours céréaliers. Il y a donc un danger de voir s'accélérer l'exode vers les villes des populations rurales techniquement les moins aptes" (43). Etude provisoire du P.I.M. en 1969.*

Or, ceci s'est produit en Inde, en 1970, ajoutant encore aux graves problèmes auxquels le gouvernement de ce pays est confronté (la création d'industries nécessaires pour employer ces masses nouvelles de citadins est lente et coûteuse).

Dans les régions pauvres, où l'*autoconsommation* est très importante, plutôt que d'introduire les variétés à haut rendement, dont la culture est trop onéreuse, il vaut mieux introduire les variétés de céréales de haute qualité nutritionnelle. "L'amélioration protéique du régime (ainsi obtenue) serait sans commune mesure avec ce que permet d'escompter la croissance de revenu par tête".

Si les nouvelles variétés à haut rendement assurent à l'humanité les apports en calories dont elle a besoin, contribuant à la disparition de la sous-alimentation, c'est dans les cultures de céréales de bonne qualité que

sont fondés de *grands espoirs* de voir un jour le problème mondial des protéines résolu :

> *"Là est sans doute la solution au problème protéique, d'autant plus que certaines des nouvelles variétés à qualité protéique élevée semblent devoir - sans égaler les rendements maximum des variétés à très haut rendement - dépasser largement les rendements des variétés traditionnelles" (M. AUTRET et J. PERISSE).*
>
> *... "La solution à long terme du problème de la malnutrition protéique du consommateur moyen dépend en grande partie du succès de ces efforts qui auront pour effet direct d'améliorer le régime alimentaire, mais qui permettront aussi de consacrer à l'élevage une partie des moyens de productions et de terres..." (M.AUTRET, 10).*

Par ailleurs, l'amélioration qualitative de certaines espèces entraîne une amélioration correspondante des régimes alimentaires, sans qu'il y ait besoin de modifier les habitudes alimentaires des consommateurs.

C'est en grande partie grâce à ces nouvelles céréales, que ne se réalisera pas la famine généralisée que certains prévisionnistes pessimistes prévoyaient dès avant 1980. Les progrès technologiques obtenus sont décisifs et, ce qui est très important, sont, pour la première fois,bénéfiques aux pays en voie de développement.

### 2 - *LES LEGUMINEUSES.*

Les légumineuses à graines ou à gousses comprennent entre autres les fèves, pois, haricots, lentilles, pois chiches, niebé (haricots doliques)....

Elles constituent la *deuxième source* la plus importante de protéines dans les pays en voie de développement. Leur consommation varie à travers le monde, représentant 5 % de l'apport global de protéines en Afrique du Nord, 16 % au Sud du Sahara, 20 % en Chine Continentale et 27 % au Brésil (45).

Leur grand intérêt réside dans leur *richesse en lysine* (or, comme elles sont pauvres en acides aminés soufrés : méthionine-cystine, il existe une supplémentation,

excellente, réciproque avec les céréales), et dans leur *taux caloricoprotéique* élevé : 18 à 22 % en moyenne, et jusqu'à 40 %.

Malheureusement leur emploi est quantitativement limité du fait des facteurs antitrypsiques et antithyroïdiens qu'elles contiennent (24).

En Inde, une neuro-intoxication - le *lathyrisme* - est liée à la consommation du Lathyrus sativus. On a pu obtenir des mutants sans la neurotoxine (19).

Les légumineuses se complétant de façon remarquable avec les céréales, leur association réalise une amélioration qualitative réciproque qui constitue un excellent substitut aux protéines animales rares et coûteuses.

> *"Bien que la valeur biologique de leur protéine soit inférieure à celle des protéines animales, il est certain que la quantité compensant en partie la qualité, l'extension de la culture des légumineuses à graines est à recommander tant que le pouvoir d'achat des masses rurales et l'organisation des réseaux de commercialisation ne permettront pas de mettre à la portée du consommateur les quantités de viande et de poisson souhaitables; actuellement, au Sénégal, le gramme de protéine de niebé est 7 à 8 fois moins cher que celui des protéines de viande" (89).*

Les légumineuses, source de protéines bon marché, sont largement répandues. Leur consommation rentre dans les habitudes alimentaires de nombreuses populations.

Malheureusement elle est limitée par une production aux rendements faibles, par la présence d'éléments toxiques et par une digestibilité médiocre. Aussi, de plus amples recherches phytogénétiques sont nécessaires pour remédier à ces défauts (45).

Comme pour les céréales, il s'agit de procéder à des sélections de plantes de qualité, de les améliorer génétiquement et d'utiliser des techniques culturales appropriées.

Leur développement - compte-tenu de ces améliorations - sera facilement réalisable, car ce sont des plantes très adaptables qu'on trouve dans tous les milieux agroécologiques.

Un avantage supplémentaire de la culture des légumineuses réside dans le fait qu'elles accroîssent la productivité des sols (par fixation de l'azote) et permettent ainsi de procéder à des rotations de culture.

### *3 - LES RACINES FECULENTES, TUBERCULES ET PLANTAINS.*

(La banane plantain est un fruit, mais il est classique - vue sa composition protéique - de la rapprocher des racines féculentes et des tubercules).

Ces plantes sont caractérisées par la pauvreté et par la médiocrité de la qualité nutritionnelle de leurs protéines.

Le principal représentant de ce groupe est le *manioc*. On le trouve dans les zones tropicales d'Afrique, d'Extrême-Orient, d'Amérique latine. Sa production croît constamment passant, en une dizaine d'années, de 55 à 85 millions de tonnes (48).

Il sert surtout à l'alimentation humaine. Cet "engouement" est dû au fait que c'est une plante "garde-manger". En effet, de culture facile, cette plante possède un rendement calorique à l'hectare élevé.

Malheureusement, elle épuise les sols où elle est cultivée et interdit par la suite toute autre culture (par ailleurs, elle contient un glucoside toxique : la manihotoxine).

Les recherches portent sur l'amélioration des rendements et surtout sur le relèvement de la qualité protéique.

Mais il faut s'efforcer, quand on le peut, de *substituer* à sa culture, celle des céréales, ou à la rigueur, celle d'autres tubercules (igname et patate douce).

Sauf en périodes et zone de disette, il ne faut pas encourager sa production, mais celle des protéines de meilleure qualité.

Il faut enrichir la farine de manioc (pain de manioc) en protéines.

Les *ignames* consommées dans beaucoup de régions tropicales humides sont, aussi, très pauvres en protéines. Cependant, l'on connait des variétés beaucoup plus riches qui pourraient être sélectionnées, par exemple, une variété de la Nouvelle-Guinée : le Wundunggul qui possèderait 15 % de protéines (77).

*4 - LES LEGUMES ET LES CHAMPIGNONS.*

Les légumes contiennent, en moyenne, 2 % de protéines (mais plus de 20 % en matière sèche). Ils sont riches en lysine et sont intéressants par l'apport en vitamines et minéraux qu'ils assurent.

Dans beaucoup de régions, leur consommation est très faible et mérite d'être développée.

Il faut pour celà par des mesures d'éducation nutritionnelle, dès l'école, encourager la création de *jardins*, et multiplier les exploitations maraichères près des villes.

(Il est à noter que les épinards et l'oseille présentent les rendements en protéines, par unité de surface et par unité de temps, les plus élevés (38)).

Nous citons, pour mémoire, les *champignons*. Ils pourraient constituer une source de protéines abondantes et peu coûteuses.

Des études sont actuellement en cours, dont nous donnons, à titre d'exemple, celle réalisée en Grande-Bratagne sur les champignons "A 35" qui contiennent 50 % de protéines.

(Les fruits que nous pouvons rapporocher des légumes par leur richesse en vitamines et en minéraux, sont pauvres en protéines, sauf les fruits secs comme, par exemple, les noix qui peuvent contenir de 20 à 30 % de protéines de bonne qualité.)

## PROPOSITION N°2

"Accroître la production des protéines obtenues grâce à la pêche en mer et en eau douce".

### A) *LES RESSOURCES PROTEIQUES MARITIMES.*

Elles sont essentiellement constituées par les poissons marins, les crustacés et mollusques, les plantes aquatiques.

Ces produits sont riches en protéines d'excellente qualité. La teneur en protéines peut atteindre de 25 à 30 % de la partie comestible de certains poissons. Le poisson est riche en lysine, il est donc apte à supplémenter les céréales et les tubercules. Les acides aminés limitants sont la phénylalanine, l'isoleucine et le tryptophanne. Mais :

> *"Il convient de remarquer que le poisson ne doit pas être considéré comme un succédané de la viande et qu'il faut tenir compte non seulement du goût et de la digestibilité mais aussi des facilités d'approvisionnement et du coût nutritionnel" (F.J. TRAISSAC, PACCALIN, 88).*

#### *1 - IMPORTANCE DES PRODUCTIONS MARITIMES.*

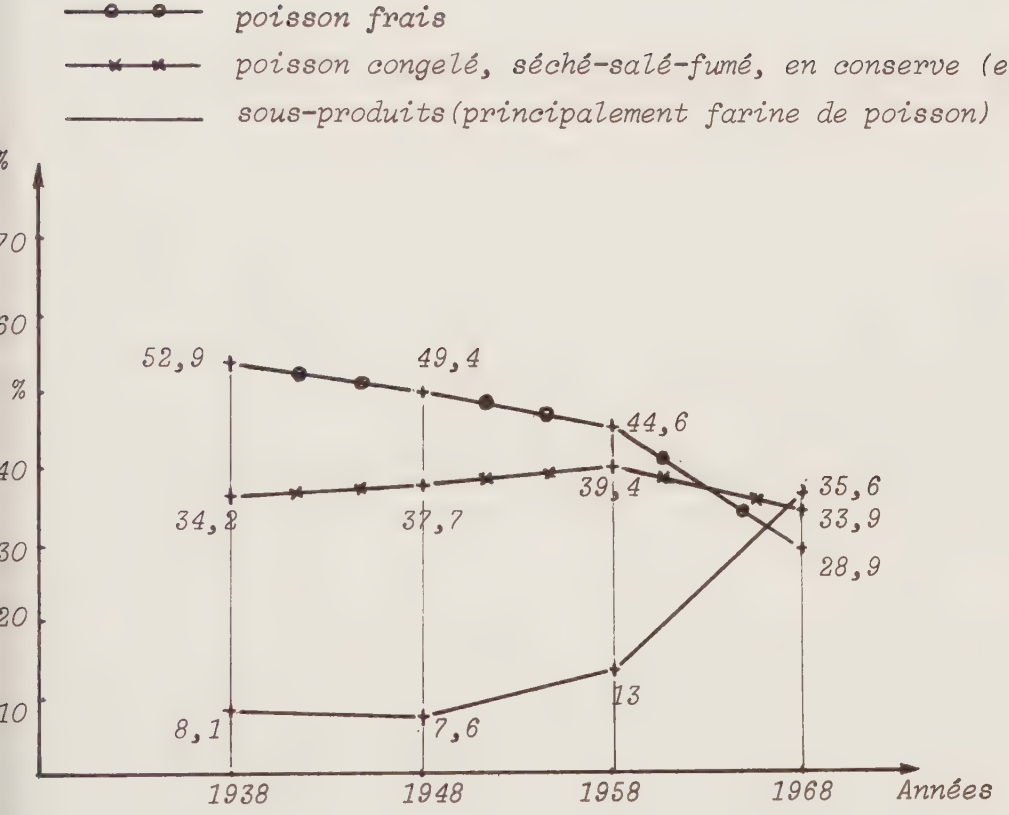
Bien que les océans et les mers couvrent 240 millions de $km^2$ (soit 70 % de la superficie du globe), le poisson assure moins de 1 % de l'alimentation humaine et 3 à 4 % des protéines de toutes origines. Or, les quatre cinquièmes de la vie animale se développent dans les milieux marins, dont on peut ainsi affirmer qu'ils ne sont pas exploités.

Tableau n°24 : Production mondiale des produits des pêches - Principaux postes - (total mondial, y compris la Chine Continentale, prises nominales, poids vifs, en millions de tonnes).

| Principaux postes | 1955 | 1960 | 1965 | 1968 |
|---|---|---|---|---|
| . Poissons marins | 21,03 | 29,21 | 40,79 | 49,85 |
| . Crustacés, mollusques et autres invertébrés | 2,84 | 3,56 | 4,11 | 4,70 |
| Pour mémoire : | | | | |
| . Poissons d'eau douce et diadromes | 4,55 | 6,61 | 7,84 | 8,53 |

Tableau n°25 : Part de la pêche consacrée à la fabrication de produits industriels. Principaux pays. (d'après 26).

| Pays | Quantités pêchées (supérieures à 1 million de tonnes) | Pourcentage de la pêche transformée en produits industriels |
|---|---|---|
| Pérou | 10 284 000 t | 98,5 |
| Norvège | 2 033 000 t | 72,5 |
| Japon | 1 351 000 t | 15,7 |
| Chili | 1 200 000 t | 87 |
| Danemark | 1 084 000 t | 74 |
| (Les pays suivants sont les USA, la Thaïlande, le Canada, l'Angola) | | |




raphique n° 8 - Utilisation du poisson au point de vente finale de 1938 à 1968, en % (d'après (42) et (26) ).

Le poisson représente dans les pays en voie de développement environ 15,6 % des apports protéiniques d'origine animale, ce chiffre recouvrant de grandes variations selon les régions : Proche-Orient : 3,5 %, Afrique et Asie : 25 % (45).

Dans le tableau n°24 (page 140) on trouvera le rappel de la production mondiale des différents produits des pêches de ces dernières années.

En 1969, le volume des pêches fut de 63,1 millions de tonnes contre 64,3 millions de tonnes en 1968.

Sur ce volume, une proportion de plus en plus réduite est consacrée à l'alimentation humaine directe. Par contre, une part de plus en plus grande des prises sert à la fabrication des produits industriels. Il s'agit des farines et autres aliments pour animaux, d'huiles et de graisses... (cf. graphique n°8, page 141).

Ces farines sont fabriquées à partir d'espèces qui ne sont pas consommées par l'homme. Elles sont transformées en protéines plus séduisantes sous forme de viande de volaille, de porc, ou même de poissons de choix (truites).

La part de la pêche consacrée à la fabrication des produits industriels est, dans certains pays, très importante, voire quasi-exclusive (cf.tableau n°25, page 140).

Quand on sait que ces productions sont exportées pour servir d'alimentation à des animaux d'Europe Occidentale, des Etats-Unis..., il est clair que la consommation locale de poisson, dans des pays comme le Pérou ou le Chili est très faible, bien que les besoins en protéines soient cruciaux.

Si toute la production des pêches du *Pérou*, au lieu d'être exportée, était, après transformation adéquate, dirigée vers la consommation humaine, les disponibilités en protéines animales de *toute* l'Amérique du Sud seraient multipliées par deux.

L'amélioration nutritionnelle des populations entraînerait, pour les pays intéressés, un bénéfice bien supérieur au gain de devises actuel.

Si l'on considère les pays d'après la production des pêches non transformées en produits industriels, le classement est différent. Les principaux pays producteurs étant alors le Japon, l'URSS, les USA, l'Espagne... La Chine Continentale occupe, à cet égard une des toutes premières places.

Quant au *poisson séché et salé*, il est surtout rencontré dans les pays en voie de développement d'Afrique et d'Asie, où par exemple, en Birmanie et en Angola, il représente respectivement 90 et 80 % de la production des pêches (26).

Bien que fournissant des protéines de haute qualité, très recherchées, le développement des pêches se heurte à une série d'obstacles d'ordres différents :

Il s'agit des difficultés soulevées par le développement des moyens de pêche, de conservation et de commercialisation, d'une part, et d'autre part, de la possibilité qu'offrent les milieux marins de fournir ou non encore plus de produits.

*2 - LE DEVELOPPEMENT DES MOYENS ET OUTILS DE PECHE.*

Depuis 1950, d'énormes progrès ont été accomplis dans le domaine de la mécanisation des bateaux dans les pays en voie de développement.

Ainsi, par exemple, en 1950, il n'y avait dans l'Etat de Bombay, en Inde, que 30 bateaux de pêche à moteur, et en 1955, plus de 600 (92). Ce progrès est spectaculaire (cependant, sans négliger les bateaux de pêche à voile habituels, il faut se rappeler, pour apprécier ces chiffres à leur juste valeur, que cet état maritime avait, à cette époque, une quarantaine de millions d'habitants).

Quoi qu'il en soit, il est certain que dans tous les pays du tiers-monde, la mécanisation des bateaux s'est beaucoup développée.

Les flottilles se sont modernisées (moteurs hors-bord), et les engins de pêche ont été améliorés (filets en nylon).

Beaucoup reste encore à faire, mais grâce à ces progrès techniques, les prises se sont considérablement accrues depuis la deuxième guerre mondiale.

Les pays riches, mais aussi beaucoup de pays en voie de développement, possèdent des unités permettant de travailler sur des lieux éloignés de pêche (chalutiers modernes et bateaux-usines), la détection du poisson étant facilitée par des appareils électroniques (dépistage à ultrasons).

### *3 - LE DEVELOPPEMENT DES MOYENS DE CONSERVATION ET L'AMELIORATION DES RESEAUX DE DISTRIBUTION.*

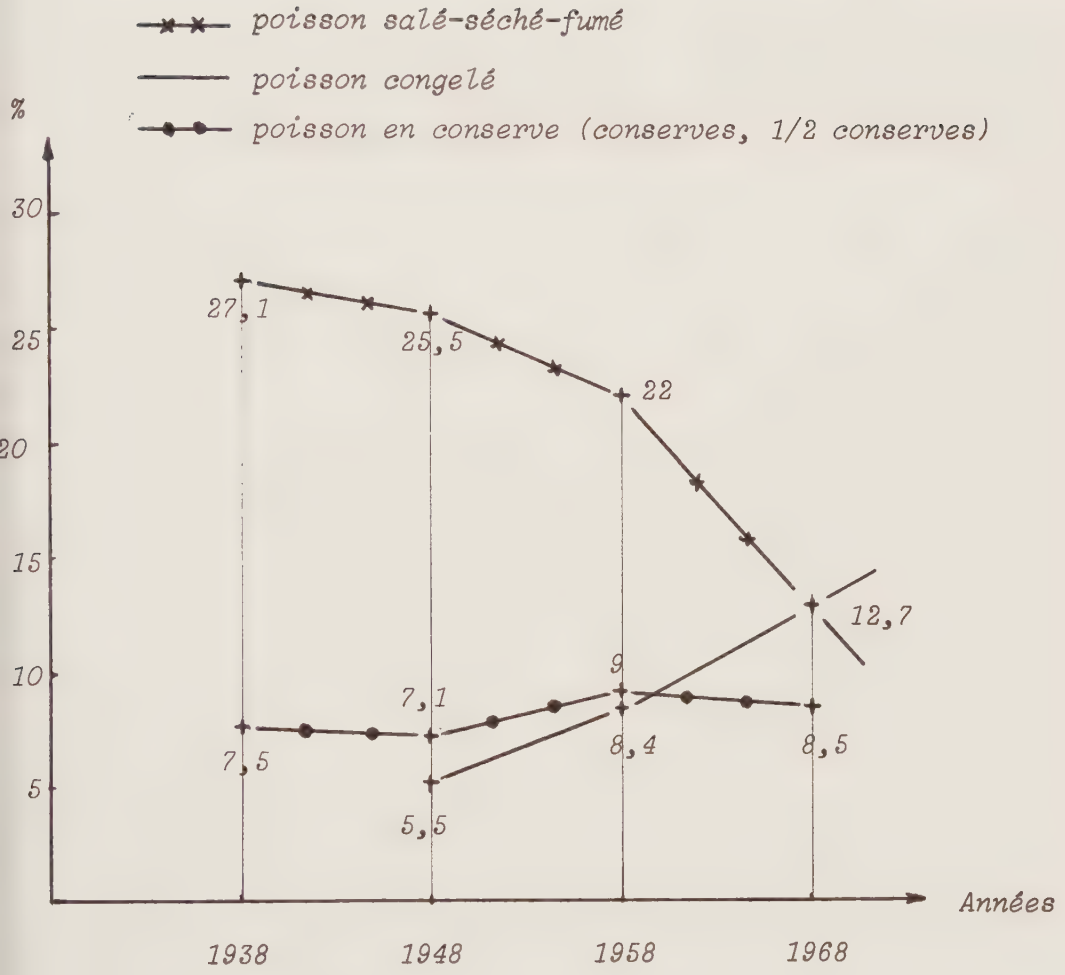
Etant une des denrées alimentaires les plus périssables, le poisson, s'il n'est pas consommé sur les lieux de débarquement, doit être protégé, soit par des moyens archaïques (fumé, posé sur de la glace...), ou traité en usines (conserves, farine, congelé).

Comme le montre le graphique n°9, ci-après , une double évolution s'est produite depuis la deuxième guerre mondiale : la production de poisson *congelé* croît sans cesse, tandis que celle de poisson salé, séché et fumé diminue, la production de poisson en conserve restant stationnaire.

Ainsi, la conservation du poisson se fait de plus en plus soit par la technique du froid, par réfrigération rapide ("quick freezing"), soit par la transformation immédiate en huile et en poudre. D'où la nécessité des bateaux-usines parmi les flottilles des chalutiers hauturiers.

(La méthode du séchage au soleil doit être remplacée. L'infestation par les larves de mouches est telle qu'on a pu citer lors de certaines enquêtes, des cas où les larves constituaient 13 % du poids total des poissons ! (79)).

Les *chaînes du froid* qui constituent la solution idéale pour l'introduction d'un poisson sain à l'intérieur des pays, particulièrement sous les tropiques, sont rares et coûteuses à organiser. Leur développement ne peut se faire qu'à la suite de l'extension des réseaux de communication et de l'augmentation du pouvoir d'achat des




Graphique n° 9 - La conservation du poisson. (D'après (42) et (26) ).

consommateurs (une grande partie des populations vit loin des grandes masses maritimes).

Ainsi, à titre d'exemple, la Côte d'Ivoire, où le poisson, grâce au développement d'une pêche industrielle, constitue la première source de protéines d'origine animale, vient de créer, en 1969, sa première chaîne du froid (à cette époque les trois-cinquièmes du poisson étaient fumés) (29).

Si les chaînes du froid n'existent pas, il est néanmoins possible de *fumer* le poisson qui est débarqué, congelé, sur le littoral. Un fumage moyen ne conserve le poisson que quelques jours et lui fait perdre 25 à 50 % de son poids, tandis qu'un fumage très poussé (qui fait perdre plus de 70 % du poids) permet de conserver le poisson plus d'un mois (40).

Dans les pays en voie de développement, les installations de congélation et de conserverie *portuaires* permettent de traiter et d'exporter les produits de qualité à haute valeur unitaire assurant un gros apport de devises (thon, crevettes...).

Dans ces pays, il faut donc encourager la consommation de produits bon marché, faciles à emmagasiner et à transporter, et réserver à l'exportation les produits commercialement intéressants.

### *4 - DEVELOPPER LES PECHES, MAIS NE PAS SUREXPLOITER LES RESSOURCES MARITIMES.*

*L'organisation d'une pêche rationnelle et raisonnable ne peut être le fruit que d'accords internationaux.*

Pour certains auteurs, les ressources maritimes sont inépuisables, pour d'autres, elles sont dangereusement surexploitées, tout au moins dans certaines régions et pour certaines espèces.

Cependant, une grande majorité d'entre eux s'accordent à penser que la production actuelle peut être multipliée par trois ou quatre, sans que celà soit excessif. Peut-être que les études en cours permettront d'augmenter ces chiffres.

a) *L'exploitation rationnelle des ressources biologiques de la mer :*

La pêche intensive et aveugle, de "cueillette", actuellement pratiquée, doit être, si l'on veut sauvegarder les productions d'avenir, remplacée par une pêche scientifiquement organisée.

*"On assiste depuis plusieurs années à un développement considérable de la flotte de pêche mondiale et tous les stocks de poissons sont soumis à une exploitation de plus en plus intense et souvent anarchique. C'est ainsi que les débarquements de certaines pêcheries baissent de manière inquiétante, malgré l'accroissement des moyens mis en oeuvre. Suivant la FAO, en 1969, la production mondiale de la pêche a baissé pour la première fois depuis 25 ans et n'atteindra pas les 64 millions de tonnes mis à terre en 1968. A une époque où tout le monde s'accorde à penser que seul l'océan pourra combler le déficit mondial en protéines animales, ce fait peut sembler alarmant" (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, ORSTOM. "Différentes possibilités d'intervention des biologistes dynamiciens en vue de l'exploitation rationnelle des pêches" - tiré à part).*

Il est nécessaire, pour relancer la production tout en préservant l'avenir, de mieux organiser les pêches des stocks actuellement exploités, et de chercher de nouvelles ressources dans les zones qui ne sont pas encore fréquentées par les pêcheurs.

L'organisation scientifique des pêches doit aboutir à une production équilibrée (en espèces, en tonnages, en géographie des zones exploitées) afin :

- d'une part, d'obtenir un rendement maximum des quantités offertes à l'alimentation humaine, et,

- d'autre part, de ne pas compromettre l'avenir en protégeant les ressources contre la surexploitation (c'est-à-dire, par exemple, de ne pas généraliser ce qui se passe actuellement dans l'Atlantique Nord).

*b) L'organisation internationale des pêches :*

L'exploitation des mers, à la différence de toutes les autres, est à la disposition de tous et n'a pas de propriétaire. Certaines pêcheries peuvent surexploiter des zones très éloignées de leurs pays d'origine, sans se soucier de l'avenir.

Seule une organisation internationale des pêches, qui doit comprendre et qui doit être obéie de tous les pays, peut éviter cet écueil pour le profit de tous. Une étude de la FAO de 1968 (La situation de la pêche dans le monde) relève 23 Organismes Internationaux qui aménagent les pêches pour certaines espèces ou pour certaines zones.

Les règlements édictés par de tels organismes concernent les zones de pêche interdites, la durée des campagnes, la limite de tonnage des prises, la taille des poissons...

Cette entente internationale doit veiller à ce qu'une répartition équitable entre les pays ait lieu et que les décisions prises soient respectées.

Il est certain qu'un accord international généralisé demandera du temps. C'est cependant la condition indispensable à toute exploitation raisonnable et rationnelle des océans.

Malheureusement, malgré les progrès techniques réalisés, les études prospectives les plus optimistes montrent que dans beaucoup de pays à faible revenu, les besoins ne seront toujours pas couverts dans dix ou vingt ans. Ces pays devront ou importer du poisson ou consommer d'autres protéines.

Peut-être que l'application de méthodes nouvelles de pêche permettra de rapprocher le jour où les prises équilibreront les besoins.

*c) Les méthodes nouvelles de pêche :*

Des tentatives sont faites pour essayer d'accroître et de contrôler la production. Elles sont d'intérêt inégal. Nous citons, à titre documentaire :

*1 - La création de récifs artificiels :*

(comme par exemple, au Japon, les épaves de voitures jetées dans la mer).

En fait, ne s'agit-il pas, plutôt, d'un "point d'appel" de tous les poissons d'une certaine zone, concentration factice et non pas réelle augmentation de leur nombre ? Cependant, il est exact que leur capture est ainsi facilitée.

*2 - L'enrichissement artificiel de la vie marine :*

En Yougoslavie, dans l'île de Milet, on a déposé des phosphates et des sels minéraux sur les fonds côtiers. Le zooplancton s'y est développé, ce qui a entraîné l'accroissement du peuplement marin local.

*3 - Le développement de l'aquiculture marine :*

Il s'agit d'ensemencer et d'élever de jeunes spécimens dans des espaces limités et protégés (lagunes,étangs salés). Ces animaux marins sont engraissés.

Contrairement aux espèces d'eau douce, où la pisciculture est pratiquée à une large échelle, l'élevage véritable de poissons d'eau de mer est très difficile.

Aussi, plutôt que de pratiquer un élevage véritable, l'aquiculture marine se contente maintenant d'engraisser de jeunes individus.

Ces pratiques sont caractéristiques de certains pays.

En Italie, la *valliculture* est l'exploitation des poissons qui provenant, naturellement ou par capture, de la mer, sont retenus dans les bassins lagunaires : les "valli".

De même, en Indonésie, dans les *"tambacks"* (étangs) et aux Philippines, des espèces recueillies en mer sont ainsi élevées. Il s'agit, en général, d'espèces herbivores Mugil, Chanos (dont l'espèce Chanos chanos ou "milk-fish"). Ces espèces sont plus intéressantes que les espèces carnivores, bien que leur rendement (4,5 %) soit nettement inférieur à celui des espèces herbivores d'eau douce (30 %) (73).

*4 - La reproduction artificielle :*

Des recherches sont actuellement en cours. Mais, comme elles n'auront pas de résultats pratiques prochains, il est plus réaliste de récolter des jeunes individus et de mettre au point les conditions d'élevage qui donnent les meilleurs rendements.

Des essais sont présentement effectués pour accroître la ponte des poissons d'élevage grâce à l'utilisation d'hormones gonadotropes.

*5 - La thalassoculture :*

Méthode d'avenir, les prévisionnistes pensent qu'elle pourrait se développer d'ici la fin du siècle.

C'est l'application aux productions organiques de la mer, des techniques de l'agriculture intensive. Elle a pour but d'accroître les populations de poissons :

- en ensemençant le plancton,
- en améliorant génétiquement les stocks,
- en détruisant les prédateurs et en réduisant les pollutions,
- en "labourant" le fond des mers, et en fertilisant les eaux de surface... (38).

Ce ne sera peut-être qu'au prix de ces méthodes nouvelles, encouragées et organisées par les accords internationaux, que la production de poisson sera supérieure à plus de trois ou quatre fois la production actuelle, maximum qui ne semble pas pouvoir être dépassé en utilisant les méthodes actuelles.

Par ailleurs, les hommes consommant des poissons haut situés dans la chaîne alimentaire, le nombre de ces derniers est restreint et leur prix élevé.

La production maritime comportera donc une part de plus en plus grande de produits de la mer transformés industriellement, non plus, comme actuellement, pour l'alimentation animale, mais pour l'alimentation humaine. Il s'agit des concentrés protéiques de poissons et produits similaires que nous envisagerons dans la proposition n°6.

Pour terminer ce paragraphe sur les produits de la mer, nous voulons ajouter quelques réflexions sur les productions autres que les poissons.

### 5 - *LES AUTRES PRODUITS DE LA MER.*

#### a) *Les mollusques :*

(huitres, moules) présentent un intérêt médiocre au point de vue protéinique. Ces animaux possèdent l'inconvénient du coquillage qui peut représenter 70-75 % du poids total.

Des recherches ont montré qu'on pouvait obtenir des rendements très élevés en enrichissant le milieu de culture de micro-algues - d'ailleurs produites artificiellement - Par l'intermédiaire du zooplancton, elles permettent d'engraisser les mollusques et les crustacés :

> *"Des cultures suspendues d'huitres en alimentation à haute dose ont fourni 60 tonnes de viande par hectare et par an, soit dix fois plus qu'avec les méthodes habituelles" (C.J.SOEDER, 57).*

#### b) *Les crustacés nobles :*

(homards, langoustes) ne sont pas rentables, car il faut une longue évolution pour que les jeunes spécimens deviennent adultes.

#### c) *Les crevettes :*

Comme pour les poissons, il existe des élevages de crevettes. Cette aquiculture est, par exemple, pratiquée au Japon (Penaeus japonicus). La production obtenue représente déjà 10 % des crevettes pêchées dans ce pays (73).Les rendements obtenus sont de l'ordre de 10-14 tonnes à l'hectare.

En Côte d'Ivoire, pour citer un autre pays, des élevages de Penaeus duorarum sont entrepris dans les lagunes.

*d) Le zooplancton :*

Il existe des masses considérables (chiffrables en milliards de tonnes) qui sont encore presque entièrement délaissées du fait des difficultés techniques et économiques d'exploitation. Cependant, déjà, en Asie, on fabrique des pâtes à partir du zooplancton.

*e) Les algues :*

L'Extrême-Orient (surtout le Japon) est gros consommateur d'algues marines. Il s'agit d'algues multicellulaires type Porphyra et laminaires. La production du Japon qui a plafonné à 500 000 tonnes (poids frais), est actuellement de 350 000 tonnes par an (73). Ces algues sont d'ailleurs consommées sous forme de condiment plutôt que comme base de ration alimentaire.

L'équilibre des acides aminés est assez éloigné de l'équilibre type, la teneur en minéraux (iode) est trop élevée, et elles contiennent des hydrates de carbone (à grosses molécules) indigestes.

Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, les algues d'eau douce sont plus prometteuses d'un grand développement, quoiqu'il soit toujours possible - du fait de l'existence de milliers d'espèces - de sélectionner des algues marines intéressantes comme, par exemple, l'Asa ura-nori (Porphyra tenera).

## B) LES RESSOURCES PROTEIQUES D'EAU DOUCE.

*"Les poissons pêchés en eau douce représentent actuellement 18 % de la production totale et jusqu'à 30 ou 40 % du poisson consommé par les hommes. Les trois quarts sont pêchés en Asie, dans des lacs, des étangs, des rizières et sont soumis à un contrôle beaucoup plus étroit que les pêcheries maritimes" (92).*

*La pisciculture* est très développée dans tous les pays d'Asie, or, elle est très intéressante car elle

permet la fourniture d'une quantité abondante de protéines de qualité. Elle assure des rendements (protéines produites par hectare et par an) bien supérieurs à ceux de l'élevage des animaux domestiques.

Dans de nombreux pays d'Asie, la pisciculture se pratique dans les *rizières* (Inde, Indonésie, Japon, Chine, etc...). Elle acquiert ainsi un double avantage :

- celui d'assurer une production importante de protéines (carpes, tilapia, "sepat siam"),

- et celui d'augmenter (de 6 à 15 %) les rendements des rizières, car les poissons mangent les mauvaises herbes ou les insectes nuisibles et fertilisent les plantes (92).

Cette pisciculture en rizière fournit à l'exploitant des revenus et des disponibilités en protéines supplémentaires. Les rendements peuvent atteindre jusqu'à deux tonnes de protéines par hectare et par an.

Cependant, certaines conditions doivent être réunies :

- systèmes d'irrigation et de drainage corrects,
- eau peu profonde (variétés de riz et espèces de poissons adaptées),
- utilisation d'insecticides qui ne soient pas léthaux pour les poissons.

Cette pisciculture ne se fait pas qu'en rizière, mais aussi en étang ou en aménageant des terres trop pauvres pour être employées en agriculture.

Ainsi, par exemple, le tilapia permet en pisciculture de brousse, d'obtenir une production annuelle de protéines par hectare supérieure à celle des bovins en pays tempéré.

En Israël, c'est l'élevage du mulet d'eau douce qui vient d'être mis au point.

Les chercheurs s'accordent avec M. GUERNIER pour affirmer que "l'avenir de la pisciculture est immense sous les tropiques" (55).

Ainsi, rien que dans la région Indopacifique, 37 millions d'hectares d'eaux intérieures sont utilisables (36).

Contrairement à l'aquiculture marine, la pisciculture offre la possibilité d'un contrôle strict du stock (en quantité et en qualité), des maladies et du parasitisme.

Les eaux intérieures étant encore inexploitées,on peut espérer de très grands développements de productions de protéines d'origine animale provenant de la pisciculture (par exemple, en Thaïlande).

La pisciculture *familiale*, ou à l'échelle d'un *village*, qui ne demande pas de gros investissements, offre les mêmes possibilités de production de protéines animales que les petits élevages domestiques, de volaille, par exemple.

Partout où elle est possible, elle doit être encouragée, et des méthodes piscicoles simples doivent être vulgarisées. Elle a l'avantage de fournir sur place des protéines de qualité, d'éviter les pertes et les coûts de transport et de commercialisation....

*LES ALGUES D'EAU DOUCE.*

Leur culture, en particulier celle des chlorelles, permet de multiplier par 25 le rendement de la photosynthèse (rendement 2,5 tonnes de protéines par hectare).

Les chlorelles constituent un bon aliment pour l'homme (teneur : 50 % de protéines, qualité des acides aminés, et richesse en vitamines). Mais, leur consommation nécessite un traitement coûteux, et elles donnent une couleur verdâtre, peu engageante, aux aliments.

Aussi, s'en sert-on pour l'alimentation du bétail (de même, on cultive certaines algues sur des eaux d'égout, pour nourrir les volailles et les porcs).

Il n'en est pas de même des spirulines (Spirulina maxima), qui sont des algues traditionnellement consommées sur les pourtours du lac Tchad. Ces algues sont très riches en protéines (60-68 %) et riches en vitamines B (19).

Lorsqu'on étudie de "nouvelles" algues en vue de la consommation humaine, d'une manière générale, on doit veiller à ce qu'elles ne soient pas toxiques, mais qu'elles soient acceptables (caractères organoleptiques) et possèdent

des rendements quantitatifs et qualitatifs corrects pour des coûts de production minima.

Ces recherches pourraient être supervisées par des Organismes Internationaux. Mais :

*"Là où le risque de malnutrition est très grand, on pourrait prévoir des normes quelque peu assouplies s'il devait en résulter, comme c'est souvent le cas, une réduction du coût du produit et une augmentation notable des quantités consommées" (66).*

Dans la proposition n°7 (sources de protéines unicellulaires), nous retrouverons les algues, car il a été mis au point des sources énergétiques peu coûteuses (pétrole, etc...) qui peuvent servir à leur culture.

Que la pêche soit en eau douce ou en eau salée, les perspectives d'un développement, bien organisé, sont bonnes. Il faut dans les deux cas, encourager la consommation du poisson, et lutter contre les tabous qui, parfois, en limitent l'ampleur.

## PROPOSITION N°3

"Réduire les pertes d'aliments protéiques"

Dans les propositions n°1 et n°2, nous avons vu que l'on pouvait développer les productions de protéines végétales et animales classiques, ainsi que les produits de la pêche.

Avant d'aborder l'étude des sources nouvelles de protéines, il convient d'évaluer l'importance que revêt la perte des productions classiques de protéines, et d'examiner quels sont les moyens qui peuvent être utilisés pour y remédier.

*1 - IMPORTANCE CONSIDERABLE DES PERTES ET DU GASPILLAGE.*

Si les productions perdues étaient, au contraire, préservées et consommées, il n'y aurait pas ou presque plus de malnutrition ou de sous-nutrition dans le monde.

Il ne suffit pas d'augmenter la production vivrière, encore faut-il protéger ce qui existe.

Or, les dégats actuels sont fantastiques :

- Chaque année, 20 % de la production agricole (de céréales) est dévorée par les rongeurs ou endommagée par les insectes *avant* la récolte (46).

Les dégats sont accrus avec les variétés à haut rendement (par exemple, la piriculariose du riz provoque alors plus de dégats), mais l'accroissement de production qui résulte de leur utilisation compense - et au-delà - les coûts des traitements nécessaires.

- Les pertes dans le domaine animal sont du même ordre : les zoonoses (fièvre aphteuse, brucellose, tuberculose bovine, parasitoses...) font des ravages, en particulier chez les bovins et les volailles :

*"On soutient que le contrôle de la fièvre aphteuse peut augmenter de 10 à 20 % les disponibilités de viande et de lait, et celui de la tuberculose de 30 %" (HORWITZ, 56).*

- A celà, il faut ajouter les pertes qui surviennent *après* la récolte ou l'abattage, pendant le transport, l'emmagasinage, la commercialisation et jusque chez le consommateur.

On peut sans trop grande témérité avancer le chiffre d'*un tiers* pour l'ensemble de ces pertes.

Les statistiques à l'échelle mondiale sont difficiles à établir, mais l'on sait, par exemple que, rien que pour les années 1951-1960, les pertes moyennes de produits agricoles aux Etats-Unis se sont chiffrées à 20 milliards de dollars par an (45).

Cette somme donne une idée de l'ampleur des pertes mondiales surtout si l'on se rappelle que les pays en voie de développement ne possèdent pas l'arsenal technique des Etats-Unis (préservation des récoltes, des animaux et des stocks).

*2 - CES PERTES SONT D'ORIGINES VARIEES.*

*a) Déséquilibre des écosystèmes :*

*"Dégradation du sol, altérations des cycles géochimiques, salinisation, changements du bilan de l'eau, changement des rapports biotiques dans les biocénoses ..." (90).*

Ces phénomènes, maintenant bien connus, ont provoqué des désastres dans le passé.

De 1925 à 1935, du fait de l'érosion hydraulique ou éolienne, l'équivalent du territoire agricole de la France a disparu aux Etats-Unis.

Ceci se produit et se renouvelle à chaque fois que le sol est soumis à une agriculture extensive et minière (c'est-à-dire dévastatrice). Cette politique résultait d'une pensée économique d'exploitation à tout prix sans souci de l'avenir.

Les Etats-Unis ont d'ailleurs réagi par l'"Agricultural Adjustment Act" qui a préconisé les moyens d'une politique de conservation du sol (cf. le "Soil Conservation Service") qui indique les techniques à utiliser pour lutter contre l'érosion (labourage circulaire des pentes, culture par bandes, reboisement, irrigation...).

D'autre part, l'agriculture extensive doit faire place à une agriculture intensive amélioratrice (engrais, etc...).

Si nous avons donné l'exemple des Etats-Unis, c'est qu'il s'avère nécessaire que dans l'ensemble du monde, on veille à ne pas surexploiter et épuiser les terres, mais à préserver l'avenir. Ainsi, des auteurs comme M. CEPEDE et H. GOUNELLE souhaitent voir s'établir "un "Agricultural Adjustment Act" à l'échelle du monde" (20).

Une application plus généralisée des techniques pédologiques modernes apporterait, à elle seule, une amélioration notable dans les disponibilités alimentaires mondiales :

*"Les données fournies par la Science des sols - compte-tenu des sols existants et des résultats obtenus par les cultivateurs dans certaines régions du monde - indiquent que, dans des conditions sociales et institutionnelles favorables, en appliquant les mesures de conservation le monde disposait des moyens d'assurer une production alimentaire abondante et régulière" (Charles E. KELLOGG. Discours devant le V° Congrès International de Pédologie, Léopoldville, août 1954, 92).*

b) *Les déprédateurs et les maladies* :

Au cours des chapitres concernés, nous avons vu quels dégats pouvaient entraîner les épizoonoses et les épiphyties. Il est possible de lutter contre ces maladies soit en sélectionnant des espèces résistantes, soit en prévenant ou en traitant (vaccination, lutte chimique...).

La lutte contre les *insectes* exige aussi de grands moyens : DDT, insecticides modernes de plus en plus puissants, utilisation de l'avion...

Nous donnons à titre d'exemple, le cas du *criquet pèlerin* qui est un de ces déprédateurs si dommageables aux cultures.

Le *criquet* constitue encore une menace en Afrique, Asie et Proche-Orient. Les essaims peuvent comporter des milliards d'individus, et peser de 5 à 10 000 tonnes (68). Or, chaque individu dévore chaque jour l'équivalent de son propre poids en produits végétaux.

Les dégats provoqués par les criquets sont si catastrophiques qu'une Coopération Internationale de la lutte contre le criquet a dû être instituée. Son centre est à Londres. Là, sont regroupées les informations et coordonnés les efforts de lutte.

Des progrès notables ont ainsi été accomplis grâce à cet organisme et à l'utilisation des moyens modernes tels la pulvérisation d'insecticides par avion [actuellement,

un vol "fructueux" peut tuer 180 millions de criquets avec seulement 270 litres d'insecticides (83), ou par la "guerre biologique" (blocage de la reproduction)].

c) *Les déperditions lors du stockage, du transport...*

Les aliments sont des denrées périssables. Or, les pays en voie de développement sont, en général, dans des régions où le climat favorise l'évolution rapide des processus de dégradation.

Ces pays qui ont le plus grand besoin de protéines, sont aussi ceux qui présentent les plus grandes insuffisances de moyens de stockage, de transformation.

Les pertes à ce niveau, sont dues aux microorganismes, aux insectes, aux rongeurs.

Les *mesures* à prendre peuvent être très simples, par exemple, précaution dans la manipulation du lait, des oeufs, de la viande, du poisson.

Les locaux d'emmagasinage doivent être aérés et frais pour éviter le développement des microorganismes. Des luttes spécifiques sont menées contre les rongeurs, les insectes qui sont responsables de la moitié des pertes à l'emmagasinage, (41) et les acariens.

D'autres mesures peuvent être plus complexes et plus coûteuses comme, par exemple, la création de chaînes du froid, l'installation de magasins frigorifiques, etc...

Ces installations étant toujours très onéreuses, il est nécessaire avant de les réaliser d'entreprendre des études de coût et de rentabilité. Il est, malheureusement, parfois plus avantageux de ne pas lutter contre les déprédations, mais plutôt de consacrer l'argent ainsi économisé à la production de quantités supplémentaires d'aliments protéiques. La prévention doit être d'un coût faible par rapports aux dégats qu'elle se propose d'empêcher.

Le Groupe Consultatif des Protéines se préoccupe de ces problèmes et recommande aux gouvernements de prendre, d'urgence, certaines dispositions afin de prévenir et de limiter le gaspillage :

*"Diverses mesures ont été recommandées : lutte contre la vermine, amélioration des conditions de stockage, traitement prophylactique des céréales avant la récolte afin de prévenir l'infestation consécutive à celle-ci, mise au point de substances non toxiques destinées à protéger les grains et traitement des sacs de jute ainsi que des installations de stockage au moyen de répulsifs contre les insectes et les rongeurs. On pourrait également améliorer la mouture et le traitement du grain, l'utilisation des sous-produits du traitement, la lutte contre les zoonoses et les opérations de pêche" (71).*

Des mesures de cette sorte, conduites de façon ordonnée et soutenue, permettraient des économies considérables de protéines et de calories, contribuant pour une large part à résoudre les problèmes alimentaires posés.

La lutte contre les déprédateurs et contre le gaspillage menée en Chine Continentale a - d'après ce que l'on peut en penser au travers des informations reçues - certainement contribué au redressement nutritionnel spectaculaire de ce pays.

xxxxxxx

## II - LES SOURCES NOUVELLES DE PROTEINES.

L'on sait que les disponibilités en protéines sont très en-dessous des besoins. D'autre part, la croissance démographique apporte sans cesse de nouvelles bouches à nourrir.

Il faut donc que la production agricole, non seulement suive le rythme de la croissance démographique,mais même essaie de se développer à un rythme supérieur si l'on veut obtenir une amélioration des régimes.

Il est certain que les sources classiques de protéines continueront à satisfaire l'essentiel des besoins. Mais l'on sait déjà que pour certains produits (comme la viande, le lait), on ne peut même pas prévoir le jour où les productions satisferont les demandes.

Or, les problèmes posés sont urgents. Il faut les résoudre maintenant. C'est pour celà que l'on a envisagé de faire appel aux *"sources nouvelles de protéines"*.

A proprement parler, il ne s'agit pas de protéines "nouvelles", mais de protéines qui n'étaient pas produites, utilisées ou consommées comme nous allons les envisager maintenant.

Elles exigent des travaux complexes et coûteux de recherche et de mise au point que seuls les pays riches peuvent actuellement se permettre. Malgré cela, leur intérêt est immense, car elles aideront à franchir le fossé de la sous- et de la malnutrition sur lequel les pays en voie de développement ont jusqu'à maintenant buté avec les protéines "classiques".

## PROPOSITION N°5

"Développer la consommation des tourteaux de graines oléagineuses comme source directe de protéines dans l'alimentation humaine".

Les plantes oléagineuses (soja, coton, arachide, tournesol, noix de coco, colza...) fournissent des substances utiles telles des huiles ou des fibres, mais aussi des tourteaux extrêmement riches en protéines.

L'intérêt de ces tourteaux est accru par le fait que leurs protéines sont de très bonne qualité (supérieure à celle des protéines de céréales).

Elles contribuent pour une grande part (et elles pourront contribuer encore plus dans l'avenir) à l'apport protéinique de l'alimentation humaine.

En 1963-64, si les apports protéiniques provenaient des céréales, des légumineuses, et des sources animales pour, respectivement 75, 8 et 20 millions de tonnes, l'apport des oléagineux fût de 20 millions de tonnes (18).

Cependant, jusqu'à ces derniers temps, les tourteaux d'oléagineux étaient surtout consacrés à l'alimentation du bétail, des volailles et de la pisciculture, principalement dans les pays riches, quand ils ne servaient pas d'engrais ou de combustibles ou n'étaient, tout simplement pas jetés, dans les pays en voie de développement.

Paradoxalement, les pays riches et bien nutris, comme les Etats-Unis, étaient les seuls à faire une consommation humaine importante d'oléagineux (farines de soja et de coton).

Avant d'aborder chaque oléagineux séparément, nous donnons ci-après les quelques caractéristiques indispensables que ces produits doivent comporter pour que leur culture et leur consommation soient encouragées dans les pays en voie de développement :

1. Les ressources *locales* doivent être abondantes.

2. De *coût* peu élevé : les oléagineux constituent la source la moins coûteuse de protéines de bonne qualité.

3. Leur production doit se faire dans de bonnes conditions d'hygiène et les produits obtenus pour la consommation ne doivent pas être toxiques. Nous verrons pour chaque oléagineux ce qui a été fait à cet égard.

4. Enfin, on doit faire en sorte que les *qualités organoleptiques* des produits obtenus soient acceptables pour la consommation humaine.

D'une manière générale, on extrait l'huile de la graine (cette huile a une grande importance économique).

Il reste le *tourteau* dont la teneur en protéines est élevée (30-60 %). Cette teneur est telle que le tourteau d'oléagineux - comme le concentré protéique de poisson - constitue un *concentré protidique* (signalons à ce

propos, que les produits dont la teneur en protéines est de l'ordre de 85-90 % sont appelés *"isolats de protéines"* et les aliments autres que les viandes, oeufs, lait, poisson, qui contiennent 15 à 30 % de protéines de qualité (UPN > 60) sont appelés *"aliments riches en protéines"* (18)).

*1 - LE SOJA.*

La production mondiale de soja, environ 40 millions de tonnes est la plus importante de toutes celles des plantes oléagineuses. Elle est concentrée essentiellement dans deux pays : USA (63 % de la production mondiale, - le soja a, d'ailleurs, constitué, en 1970, le premier poste agricole exportateur de ce pays), et la Chine Continentale (30 %). On trouve cette culture dans bien peu d'autres pays (Brésil, URSS, Indonésie).

Cette concentration géographique est un obstacle à la généralisation de la consommation des dérivés du soja dans les pays en voie de développement.

Pourtant, ce produit est *traditionnellement consommé* dans les pays tropicaux.

Il est utilisé, en Asie Orientale sous forme de produits fermentés (miso, natto, tempeh), digestes mais de conservation difficile, ou bien de sauces qui trop salées ne peuvent être consommées en très grande quantité (91).

En Extrême-Orient, le "lait" de soja (tofu) est très prisé (par exemple en Chine Continentale, à Taiwan, à Hong-kong) : c'est une protéine précipitée d'un extrait de soja. Ce produit pourrait être développé dans tout l'Extrême-Orient (en Indonésie, on fabrique un produit composé nouveau, le Saridele, qui contient du soja).

La *farine* doit être dégraissée, sinon du fait de son goût désagréable, elle ne peut être consommée. Pour le moment, elle doit être importée des USA. Elle contient environ 55-60 % de protéines (contre 40 % pour la farine non dégraissée).

De valeur nutritive élevée, elle est riche en lysine (par conséquent, elle supplémente bien les régimes à

base de céréales). Il est vrai que des traitements alcalins trop poussés, nécessités par sa transformation, peuvent modifier la protéine, bloquant la lysine (en lysine-alanine), ce qui lui fait perdre son intérêt. Pauvre en méthionine, on peut la supplémenter par de l'extraméthionine.

Le tourteau de soja contenant des *facteurs antitrypsiques*, pour les détruire, il est nécessaire de traiter la farine par la chaleur : de la "toaster".

A partir des protéines du soja, on fabrique (aux USA) des *fibres texturées* (les T.v.p. ou Textured Vegetable proteins) auxquelles on donne l'aspect et le goût de la viande de bœuf ou de porc.

Actuellement, deux procédés sont utilisés pour extraire les protéines : l'extrusion et le filage (57). C'est le deuxième procédé qui donne la texture qui imite le plus la viande.

La fabrication (une usine existe depuis 1969 en Suède) et la commercialisation de ces produits se répand de plus en plus aux USA, en Europe et au Japon.

Ils ont l'avantage de pouvoir remplacer totalement ou partiellement la viande, d'être bien moins coûteux et d'être de stockage facile.

Cependant, comme ils demandent une transformation trop élaborée, il ne peut être encore question de les implanter dans les pays en voie de développement. Au contraire, les farines de soja - quand celui-ci pourra être produit localement - seront à incorporer dans les aliments composés riches en protéines (tel l'Incaparina en Amérique latine).

Le soja, est, contrairement à d'autres oléagineux comme l'arachide, pauvre en huile. La graine de soja contient 16 % d'huile contre 42 % pour l'arachide (82).

Si la graine est pauvre en huile, c'est qu'elle a un résidu abondant qui, lui, est riche en protéines.Si bien que dans la graine de soja, c'est le tourteau qui est important, et l'huile qui constitue le sous-produit.

Or, s'il est sûr que le monde souffre actuellement

d'une pénurie de protéines, les matières grasses seraient plutôt excédentaires, d'où l'intérêt qu'il y a de cultiver une telle plante.

D'autant plus qu'elle ne présente pas les inconvénients d'autres oléagineux, et que les enquêtes nutritionnelles ont montré sa haute valeur biologique et son acceptabilité en alimentation humaine (59).

Il faut regretter le monopole de production des Etats-Unis, qui constitue un frein pour sa consommation dans les pays en voie de développement (sorties de devises). Il faut souhaiter que partout où sa culture sera possible, le soja soit implanté.

*2 - LE COTON.*

La production mondiale est de 20 millions de tonnes, mais elle est beaucoup plus largement répartie dans le monde. Les principaux pays producteurs sont les USA, l'URSS, la Chine, l'Inde, le Brésil, le Pakistan...

La fibre constitue encore 85 % de la valeur de la récolte, mais les graines sont intéressantes, car, après extraction de l'huile, elles laissent un tourteau qui contient de 50 à 55 % de protéines de bonne qualité (la valeur nutritionnelle est légèrement inférieure à celle du soja ; les acides aminés limitants sont la méthionine et la lysine). Ce produit a une couleur jaune pas toujours acceptable.

Si cette source de protéines n'a pas été utilisée plus tôt, c'est que cette graine à l'inconvénient de renfermer des produits toxiques comme l'acide malvalique, l'acide sterculique et surtout le *gossypol*.

Le gossypol est un pigment polyphénolique brunâtre. La teneur en gossypol total ne doit pas être supérieure à 1,2 %. Ce gossypol est une substance toxique quand il est libre (la teneur en gossypol libre ne doit pas être supérieure à 0,06 %). Il devient atoxique quand il est lié.

Or, il est possible par des processus adéquats de combiner le gossypol et de rendre ainsi atoxique le tourteau. Malheureusement, il se lie à la lysine, ce qui entraîne une diminution de la valeur biologique de la protéine.

Par ailleurs, on connait des procédés économiques d'extraction du gossypol, sans entraînement des protéines: extraction à l'alcool éthylique, l'acétone ou avec un mélange eau-acétone-hexane (un procédé très fréquemment employé est celui de Vaccarino).

De grands progrès ont été effectués quand on s'est tourné vers les *variétés de coton sans gossypol* :

- En 1954, S.C. Mc MICHAEL a sélectionné une variété "glandless" (c'est-à-dire sans glande sécrétant le gossypol), exempte naturellement de gossypol. Ce caractère a été transmis à des variétés intéressantes pour le rendement et pour la qualité de la fibre.

- En 1964, en Egypte, un coton "glandless", le "Bahtim 110" a été obtenu par mutation provoquée (radiations ionisantes) (19).

Ces variétés "sans glande" n'émettant plus le gossypol, ne repoussent plus les insectes (car tel était la fonction du gossypol). Des problèmes de résistance et de traitement ont donc été posés. Ils sont maintenant résolus.

La culture du coton doit être encouragée, car cette plante apporte grâce à sa fibre et à son huile des ressources importantes, et d'autre part, elle fournit une quantité appréciable de protéines de qualité.

La généralisation des variétés sans gossypol constitue une véritable révolution : l'intérêt du coton résidera de plus en plus dans la plante vivrière et, il est fort possible que dans un avenir pas très éloigné, la fibre ne joue plus qu'un rôle secondaire.

### *3 - L'ARACHIDE.*

La production mondiale avoisine 18 millions de tonnes. Elle est principalement le fait de l'Inde, de la Chine, du Nigéria, des USA, du Sénégal...

Après extraction de l'huile de la graine, on obtient un tourteau qui contient 50 % de protéines. La farine d'arachide que l'on peut obtenir par transformation plus élaborée contient 55 % de protéines et moins de 1 % de lipides.

La valeur biologique de ces protéines est moyenne, inférieure à celle des autres oléagineux dégraissés. Les facteurs limitants sont constitués par les acides aminés soufrés et le tryptophanne. Cependant, ces protéines sont aptes à supplémenter les régimes à base de céréales et de tubercules.

L'arachide est intéressante, parce qu'elle est déjà produite dans de nombreux pays du tiers-monde (Afrique, Asie, Amérique latine).

Elle est traditionnellement consommée en Indonésie (Ouest de Java) sous forme de gâteau pressé de cacahuètes traité avec des champignons (91).

(Notons que comme pour le soja, il est possible avec l'arachide d'obtenir des protéines filées).

Malheureusement, son expansion a subi un coup d'arrêt lorsqu'en 1960, on s'est aperçu que cette plante était souvent contaminée par un champignon : l'*Aspergillus flavus* qui produit un facteur toxique et cancérigène : l'aflatoxine.

Or, actuellement, les méthodes qui permettent de détoxifier cette plante, réduisent aussi notablement sa valeur nutritionnelle. Si bien qu'on est obligé d'éliminer les produits contaminés en prenant des précautions de récolte, d'emmagasinage et de séchage.

*4 - LES AUTRES OLEAGINEUX.*

*a) Le tournesol :*

Sa production se développe énormément dans les pays de l'Est. L'URSS fournit presque les trois-quarts de la production mondiale.

Le tourteau de tournesol a une protéine d'assez bonne qualité (bien équilibrée), mais elle présente un déficit en lysine (défaut auquel on peut remédier en ayant recours à un enrichissement de lysine de synthèse).

Il est intéressant, comme le soja, pour supplémenter les régimes à base de maïs, ou pour intersupplémenter les tourteaux de colza.

Deux impératifs technologiques s'imposent lors du traitement de ce tourteau (1) :

- décortiquer au mieux la graine afin de réduire au maximum les résidus lignocellulosiques,
- et contrôler les traitements thermiques parce que ses protéines sont très sensibles à la réaction de Maillard.

Par ailleurs, on doit veiller à la salubrité de ces tourteaux, et éviter, lors de leur conservation, toute contamination par des moisissures par différentes mucorales et l'Aspergillus wentii.

*b) Le colza :*

L'Inde et la Chine assurent plus de la moitié de la production mondiale qui est d'environ 5 millions de tonnes. Les productions d'Amérique latine et d'Afrique sont insignifiantes, tandis que celles des pays Européens (Pologne, France) sont notables.

Son développement en alimentation humaine s'est heurté à un obstacle majeur. En effet, les tourteaux de colza contiennent des produits soufrés nocifs (produits antithyroïdiens) et qui ont une saveur désagréable.

Il n'a pas été possible de trouver des procédés classiques satisfaisants pour éliminer ces facteurs toxiques (comme on élimine par la chaleur les facteurs antitrypsiques du soja). Des groupes de chercheurs de l'Institut National de Recherches Agronomiques ont découvert une méthode originale : ils détruisent ces composés nocifs en faisant fermenter sur le tourteau un Geotrichum candidum (82). Il reste à démontrer si ce procédé n'entraîne pas de conséquences fâcheuses en particulier sur la qualité de la protéine du tourteau, qui est, d'ailleurs, très bonne.

(L'on sait que l'huile de colza contient de l'acide érucique, dont les recherches actuelles tendraient à prouver que c'est un produit pathogène, voire cancérigène).

*c) La noix de coco (3 500 000 tonnes) :*

Trouvées en abondance aux Philippines, en Inde,en Indonésie, dans les îles du Pacifique, etc...

Après extraction de l'huile de coprah (amande de coco), il reste un résidu contenant 20 % de protéines et beaucoup trop de fibres. Cette extraction de l'huile, en général, détériore les protéines. Ces deux inconvénients sont maintenant évités grâce à l'utilisation de procédés modernes.

*d) Le sésame :*

Cet oléagineux a une culture et une consommation importantes en Méditerranée Orientale, en Amérique latine, mais c'est en Inde et en Chine que la moitié de la récolte mondiale est produite (1 500 000 tonnes).

Les farines dégraissées (variétés tahina,haleva) sont très appréciées en Proche-Orient (91). Leur coût élevé limite leur consommation, ce qui est regrettable car la valeur biologique de ces protéines est élevée.

*e) La graine de baobab et le pommier de Cayor :*

que nous signalons parce que ce sont des produits disponibles en Afrique, mais qui ne sont pas ou peu utilisés, bien qu'ils soient aptes à fournir des protéines d'excellente qualité (89).

- La graine de baobab contient 35 % de protéines et est riche en thiamine. On peut obtenir un tourteau dont la teneur en protéine avoisine 50 %. Sa faible consommation s'explique par le fait qu'il est difficile d'extraire l'amande de la graine, car la coque de celle-ci est dure.

- Le tourteau deshuilé de l'amande du pommier de Cayor renferme plus de 50 % de protéine.

x x x

Cette revue, forcément incomplète, des tourteaux oléagineux suffit, cependant, à montrer le grand intérêt que présentent déjà ces produits :

- Disponibles dans la plupart des pays en voie de développement, les techniques modernes permettent de les utiliser pour la consommation humaine (en éliminant les

produits toxiques). Ils fournissent et surtout fourniront une part de plus en plus grande des protéines de l'alimentation humaine.

- L'intérêt est accru du fait que ces protéines sont très peu onéreuses (un revenu concomitant est tiré de l'huile ou de la fibre) par rapport aux protéines classiques d'une part, et que, d'autre part, elles sont, en général, de qualité satisfaisante, supplémentant parfaitement les céréales et les tubercules. Ainsi, un mélange 1/3 oléagineux + 2/3 céréales contient 25 % de protéines de qualité relativement bonne.

A partir des oléagineux, on peut préparer des boissons ou des bouillies qui ont sensiblement la même valeur protéinique que la même quantité de lait de vache. Les farines tirées des graines oléagineuses remplacent de plus en plus les poudres de lait.

Dans la plupart des pays en voie de développement, les productions d'oléagineux sont au moins suffisantes pour satisfaire les besoins protéiniques de leurs populations enfantines (85).

Ainsi, les pays en voie de développement doivent comprendre où se trouve leur intérêt :

- d'un côté, ils exportent, contre des devises, les oléagineux vers les pays développés afin que ceux-ci les transforment en savons, margarines, engrais, aliments de bétail. Mais cette exportation est une *fuite de protéines* ;

- d'un autre côté, ils pourraient développer la préparation et la consommation de ces tourteaux d'oléagineux, ce qui assurerait à leurs populations un apport protéinique de haute valeur nutritive.

(Le soja, du fait du monopole américain ne rentre pas dans ce schéma).

Nous allons envisager maintenant d'autres concentrés protidiques importants : les concentrés protéiques de poisson.

## PROPOSITION N°6

"Encourager la production et la commercialisation de concentrés protéiques de poisson (CPP) sous une forme acceptable pour l'alimentation humaine dans les pays en voie de développement dotés de ressources marines importantes"

Le concentré protéique de poisson (fish protein concentrate - FPC - ou marine protein concentrate - MPC -) est obtenu à partir de la farine de poisson, dont il existe deux grandes sortes, qu'il faut bien préciser (AUTRET, 7) :

- Le produit destiné à l'alimentation humaine est appelé "*farine de poisson*" (fish flour) : "c'est une poudre de poisson dégraissée, séchée, provenant de poissons entiers ou étêtés et éviscérés".

- Le produit destiné à l'alimentation animale constitue la "*farine brute de poisson*" (fish meal) : c'est le même produit non dégraissé.

L'idée des CPP a été lancée en 1890, en Norvège, par WAAGE. Mais, c'est surtout entre les deux guerres que les recherches se sont développées. Elles se sont soldées par des échecs commerciaux, bien que des réussites techniques furent obtenues.

C'est seulement depuis 1950, que les productions de CPP ont pris un essor définitif (en Amérique du Nord,en Scandinavie, mais aussi dans quelques pays du tiers monde comme le Pérou, le Chili, le Maroc...).

La production de farines s'est considérablement développée comme nous l'avons vu lors de notre étude des pêches. Les harengs (en Norvège), les menhadens (aux USA), les pilchards (en Afrique du Sud et dans le Sud-Ouest Africain), les anchois (au Pérou) sont transformés en farines.

Malheureusement, la production est dirigée vers l'alimentation des animaux des pays développés.

Les CPP ont l'avantage d'être préparés avec des poissons que l'on peut se procurer en très grande quantité et qui ne peuvent être directement consommés par l'homme.

Il nous faut examiner dans ce chapitre de quelle manière on peut faire profiter les hommes malnutris de cette abondance de protéines.

Pour l'alimentation humaine, il existe deux sortes principales de farines : celles qui ont une saveur de poisson et celles qui ne l'ont pas. Les farines sans goût et désodorisées sont en général préférées.

Le principe de leur fabrication est d'obtenir un produit riche en protéines, après avoir éliminé les lipides, l'eau et une grande partie des sels minéraux.

Il existe plusieurs procédés physiques, chimiques et biologiques, dont nous donnons un aperçu succinct :

*a) Les procédés chimiques américains :*

Le procédé Vio Bin consiste à dissoudre les graisses des poissons broyés par du dichloréthylène. Le solvant est ensuite éliminé par entraînement à la vapeur. La farine obtenue n'est pas désodorisée.

On peut obtenir l'élimination des lipides masqués et des restes de dichloréthylène en utilisant ensuite l'alcool isopropylique.

On obtient la poudre désodorisée apte à la consommation humaine (il existe d'autres procédés d'extraction par des solvants selon les mêmes principes).

*b) Le procédé biologique français :*

(Il est encore au stade du laboratoire et n'a pas encore de réalisation industrielle).

Il est basé sur le principe de la lyse enzymatique des grosses molécules protéiniques (autolyse puis apport d'enzymes exogènes). On obtient des fragments protéiniques de poids moléculaires plus faibles qui sont hydrosolubles et, ainsi, d'extraction plus facile (Pr. PLOQUIN, Laboratoire de Pharmacie chimique, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Nantes, 86).

L'organisme américain "Food an Drug Administration" a donné un certain nombre de normes minima que les CPP doivent remplir pour pouvoir être produits et distribués sur le territoire des Etats-Unis. Voici ces caractéristiques (86) :

*Tableau n° 26 :*

| | |
|---|---|
| . *Teneur en protéine* | *: supérieure à 78 %,* |
| . *Teneur en lipides* | *: inférieure à 0,3 %,* |
| . *Humidité .....* | *: inférieure à 10 %,* |
| . *Cendres .....* | *: inférieures à 15 %* |
| . *Fluor : moins de 100 parties par million,* | |
| . *Alcool isopropylique : moins de 250 parties par million,* | |
| . *Microorganismes : moins de 10 000 populations par gramme (absence de colibacilles et de salmonelles).* | |

La Conférence Internationale sur les farines de poisson (FAO, Rome, 1961) a donné les spécifications recommandées pour les farines deshuilées ou non. On voudra bien les trouver groupées dans le tableau n° 27 (7).

Les poudres obtenues sont incorporées, à une concentration inférieure à 10 %, aux farines de céréales, au pain, à la pâtisserie, aux pâtes, au riz... Les aliments ainsi enrichis sont de qualité nutritionnelle élevée.Cette qualité est comparable à celle du lait écrémé ou des oeufs.

De plus, les CPP sont riches en calcium, phosphore, vitamines (principalement du groupe B), et en acides aminés essentiels tels que la lysine, la méthionine (d'où la possibilité de supplémenter les céréales).

*"L'addition de 40 grammes de cette substance à une livre de riz fournirait une quantité totale de protéine équivalente à celle d'une dizaine d'oeufs" (16).*

*Tableau n° 27 - Spécification des farines de poisson. Conférence Internationale sur les farines de poisson (FAO, Rome, mars 1961) (7).*

| | *Spécifications* | |
|---|---|---|
| | *Produits A (farines déshuilées et désodorisées)* | *Produits B (farines non déshuilées et non désodirisées)* |
| *a) Protéines* (N x 6,25) | minimum 80 % | minimum 70 % |
| .Digestibilité pepsique | - 92 % | - 92 % |
| .Lysine utilisable (en % de protéines) | - 6,5 % | - 6,5 % |
| *b) Humidité* | maximum 6 % | maximum 10 % |
| *c) Matières extractibles* (par solvants) | - 0,1 % (chloroforme ou chloroforme + méthanol) | - 10 % |
| *d) Chlorures* | maximum 1,5 % | - 2 % |
| *e) Silice* | - 0,5 % | - 0,5 % |
| .Critères de conservation & de qualité bactériologique | + | + |
| .Critères d'odeur et de saveur | + | grande latitude |
| .Agents de conservation (antioxydants) | | + (si emploi légal dans le pays consommateur) |

En fait, l'introduction des CPP dans l'alimentation quotidienne est limitée à une teneur de 3-5 %. En effet, au-delà de cette concentration, même avec les produits totalement désodorisés, le goût de poisson tend à réapparaître à la cuisson.

Les farines *sans goût* de poisson peuvent servir pour enrichir des aliments de sevrage des enfants. Les produits gras étant éliminés, les peroxydes toxiques et les polymères indigestibles ne se forment pas. Le produit, d'excellente valeur nutritionnelle, se conserve très bien.

Les farines *à goût* de poisson (moins élaborées et donc moins coûteuses, mais aussi plus contaminées) sont très prisées des populations d'Afrique noire et d'Asie. Elles accompagnent l'aliment de base sous forme de sauce. La consommation de ces farines doit être encouragée. Il est utile de les stabiliser par exemple au moyen de vitamine E tocopherol.

Qu'il s'agisse de farine désodorisée ou pas, tout lancement de CPP doit s'accompagner (ainsi que pour toute protéine nouvelle) d'une étude de marché, comportant l'étude du coût et de la rentabilité du produit, de la publicité, des habitudes alimentaires...

La FAO encourage la production de variétés améliorées de farines de poisson. De même, elle favorise les études sur la manière d'introduire la farine de poisson dans les plats locaux et leur acceptabilité (37).

Comme pour tous les produits, des obstacles et des contraintes s'opposent au développement des CPP.

Les pays en voie de développement qui ont accès à la mer et qui veulent développer la production de CPP doivent posséder :

- une industrie moderne de pêche,
- des usines de transformation rentables (problèmes des débouchés),
- des possibilités d'introduire les CPP dans les aliments de consommation courante (pain, pâtes...),
- les réseaux de communication doivent permettre des ventes suffisantes.

Les CPP constituent une source de protéines de qualité de prix supérieur, par exemple, aux protéines d'oléagineux, mais nettement inférieur aux prix des protéines classiques comme les oeufs ou le poisson.

Le problème majeur reste encore celui de rendre ces produits acceptables, afin que le goût de poisson ne soit pas donné à tous les produits auxquels les CPP sont incorporés (sauf volontairement, comme dans certaines sauces).

Cependant, malgré tout, il est sûr que les CPP constitueront un des moyens les plus importants de fournir à l'humanité les protéines - de qualité - qui lui manquent.

## PROPOSITION N°7

"Intensifier considérablement les recherches sur les sources de protéines unicellulaires".

La production de protéines unicellulaires ou de microorganismes sur des milieux artificiels permettra de fournir d'abondantes sources de protéines, libérant les terres pour d'autres productions.

Ces protéines ne présentent pas de différence qualitative avec les protéines des plantes ou des animaux.Les avantages de ces microorganismes résident dans la rapidité de leur croissance et dans la facilité qu'ils ont de convertir de l'énergie bon marché et des sources d'azote.

Avant d'en encourager le développement, il convient pour chacune d'entre elles d'en apprécier l'acceptabilité, la toxicité ou la nocivité à long terme.

### *1 - LA PRODUCTION DE LEVURES.*

Les levures-aliments, dont la consommation humaine est encore limitée, sont produites industriellement, pour l'alimentation animale. Les fabrications classiques se font

sur les sérums de laiteries (ou de fromageries), les mélasses (sous-produit du raffinage du sucre, abondant dans les pays en voie de développement), les jus sulfités de pâte à papier (où l'on doit éliminer des produits toxiques)....

La levure sèche (du genre Torula utilis) ainsi produite contient 50 % de protéine. Sa saveur en limite l'incorporation dans les aliments, et donc sa consommation, à 10-15 grammes par jour (cette levure fut très consommée en Allemagne et en URSS pendant la deuxième guerre mondiale).

Par contre, d'autres levures telles que le Saccharomyces ou le Candida lipolytica, obtenues maintenant sur produits pétroliers, sont presque insipides. Elles sont riches en protéines (et, en particulier, en lysine) et vitamines B, mais pauvres en méthionine (qui peut être synthétisée artificiellement).

Ces levures dérivées du pétrole, seront dans un premier temps, consacrées à l'alimentation animale. Elles ont parfois été désignées sous le terme de "protéines de pétrole", terme néfaste qui apporte une confusion dans l'esprit du public et une appréhension péjorative.

En effet, le pétrole fournit simplement la source de carbone (par déparaffinage) et l'énergie. Les levures une fois obtenues sont purifiées.

C'est F. JUST, en Allemagne qui eut le premier l'idée de cultiver des microorganismes sur les hydrocarbures. Le Professeur J. SENEZ et AZOULAY (Laboratoire de chimie bactérienne, CNRS, en France) développèrent les recherches théoriques et A. CHAMPAGNAT (appartenant à une société pétrolière) mit au point les réalisations pratiques (34). Une usine est construite en France, à Lavera. D'autres centres de production sont créés au Japon et en Ecosse, etc...

Il est possible d'utiliser non seulement la paraffine, mais aussi des distillats moyens paraffiniques, ainsi que le méthane. Le rendement des productions est excellent (doublement de la biomasse toutes les deux heures) : ainsi, à partir de 60 tonnes d'hydrocarbures, on peut obtenir une tonne de concentré protéique ou deux de levure (32). Mais, certains concentrés protéiques peuvent avoir une teneur en protéine égale à 65 % (34).

Les levures obtenues sont riches en lysine,tryptophanne et en vitamines du groupe B, mais pauvres en acides aminés soufrés (inconvénient qui peut être corrigé par l'adjonction d'acides aminés de synthèse).

L'abondance des produits pétroliers (en particulier dans les pays du tiers-monde), d'une part, et, d'autre part, la rapidité de multiplication des microorganismes, permet d'escompter une source de protéines extrêmement importante.

*"A. CHAMPAGNAT considère que, comparé à un élevage traditionnel, la production industrielle de protéines par biosynthèse à partir de pétrole est de 2500 fois plus rapide. Le déparaffinage d'une quantité de pétrole brut, correspondant à moins d'un centième de la production mondiale permettrait d'obtenir 7 millions de tonnes d'un concentré protéines-vitamines (équivalent à 3 millions de tonnes de protéines) susceptible de combler l'actuel déficit. La production potentielle approcherait près de 20 millions de tonnes par an, soit presque l'équivalent de la production mondiale de protéines de la viande et du lait" (19).*

Le produit obtenu contient 45-50 % de protéines. Il est digestible, n'a pas d'odeur et a un goût neutre,il se conserve bien.

On sait que les levures sont riches en matériel nucléaire, donc en nucléoprotéines qui sont génératrices d'*acide urique*. Or, l'homme étant dépourvu d'uricase,peut mal se débarasser de l'acide urique. Si celui-ci est en excès, il y a possibilité de goutte et de lithiase.

Des recherches effectuées au Massachussetts Institute of Technology, il ressort que le maximum de la ration quotidienne de levure compatible avec une uricémie admissible ne dépasse pas 30 grammes (soit deux grammes d'acide nucléique). A cette dose, on peut éviter toute apparition de goutte et de lithiase (Concours Médical, 12.XII.1970, 92, 50, p.9300). Ce chiffre se rapproche de celui recommandé par GOUNELLE : 20 à 30 grammes par jour (51).

De toute manière, des recherches actuellement poursuivies ont pour but de dénucléer la levure sans altérer les protéines cyto-plasmiques.

Quand tous les problèmes technologiques, de toxicité, de marché (débouchés) seront résolus, les protéines de levures fabriquées grâce aux produits pétroliers occuperont une place de plus en plus importante, libérant les protéines classiques.

Servant d'abord pour l'alimentation des animaux (porcs, volailles - par incorporation, par exemple, de 20 % de poudre de levure à la farine de soja -), ces protéines seront ensuite consommées par les hommes.

Déjà, les *levures lactiques sèches* (L.L.S.) ont été expérimentées avec succès, en cantines scolaires, aux Indes et en Algérie (62). Signalons à ce propos que les levures-aliments sont des levures sèches dépourvues en théorie de pouvoir de fermentation.

Ces protéines joueront, assurément, un rôle considérable dans l'alimentation humaine dès avant 1980.

*2 - LES ALGUES.*

Nous avons vu dans la proposition n°2, l'intérêt des algues. Il existe des milliers d'espèces.

Certaines peuvent être cultivées de façon artificielle. Ainsi, dès 1950 :

- On cultive artificiellement des *algues vertes* (chlorophycées) : les chlorelles et les Scenedesmus. Les chlorelles peuvent être cultivées sur des matières premières bon marché, comme les effluents d'égouts.

- Et, plus récemment, on s'intéresse à la spiruline, qui est une *algue bleue* (cyanophycée) pluricellulaire, consommée, comme nous l'avons vu, traditionnellement au Tchad (la "dié").

Ces algues présentent l'avantage d'être riches en protéines, de posséder des rendements très supérieurs à ceux des céréales classiques (par exemple, rendement dix fois supérieur à celui du blé), de pouvoir être cultivées en milieu aqueux, et de ne pas nécessiter des terres cultivables.

Nous dressons, ci-après un tableau comparatif (n°28), des avantages et inconvénients des deux sortes d'algues, d'après les données établies par G.CLEMENT (23).

*Tableau n°28 : Quelques caractéristiques comparatives des algues vertes et des algues bleues.*

| *Caractéristiques* | *Algues vertes* | *Algues bleues* |
|---|---|---|
| *Espèce* | Chlorelles, scenedesmus. | Spirulines. |
| *Teneur en protéine (matière sèche)* | 50-55 % | + 63 %, 68 % |
| *Conditions de la culture* | .Importance de la surface exposée au soleil par rapport au volume.<br>.Agitation (augmente la photosynthèse).<br>.Température et concentration des sels minéraux restent homogènes<br>.Milieu saturé en $CO_2$.<br>.Milieu acide ($CO_2$ dissous), pH=6. | .Ions sodium et bicarbonate, ce dernier assurant la nutrition carbonée.<br>.Agitation nécessaire assurée par $CO_2$.<br>.La combustion des produits pétroliers - procédé Institut Français des Pétroles - fournit à la fois le gaz et l'énergie nécessaires. |
| *Récolte* | *Centrifugation* car algues de quelques µ de longueur, mais concentration faible (1-2 g/l), d'où nécessité de centrifuger des volumes importants : onéreux. | Séparation des algues par *filtration* (possible car ces algues ont de 1/4 à 1/2 cm de longueur).<br>Séchage. |
| *Installations* | Nombreuses et anciennes, USA, Japon, etc... | France, Mexique (lac Texcoco, sur exploitation de soude et de carbonate de soude), etc... |
| *Prix de revient* | Trop élevé. | Encore trop coûteux pour l'alimentation animale, plus compétitif pour l'alimentation humaine. |

Les qualités nutritionnelles des spirulines sont bonnes : richesse en protéines, en acides aminés essentiels, en vitamines (vitamine $B_{12}$), peu de graisses.

Au Mexique, l'Institut National de la nutrition de Mexico, envisage l'utilisation des spirulines pour l'alimentation des enfants et des nourrissons. La FAO, de son côté, procède à des essais d'acceptabilité auprès des populations Tchadiennes.

*"L'établissement des cultures d'algues à des fins alimentaires prend un nouvel essor avec l'utilisation de la spiruline. Le fait que cette algue soit déjà consommée la place comme l'un des plus intéressants parmi les nouveaux aliments dont la culture se développe actuellement. C'est dans les régions chaudes du globe, où se fait sentir le plus cruellement la faim en protéines, que la culture de la spiruline devrait trouver son développement le plus efficace" (23).*

Ainsi, dans les régions très ensoleillées, pour une culture de 300 jours par an, les rendements peuvent être de 40 tonnes à l'hectare.

Cependant, il faudra de nouveaux progrès pour que - sur le plan du prix de revient - la culture des algues puisse concurrencer les bactéries obtenues par déparaffinage.

### *3 - LES PROTEINES DE FEUILLES.*

Nous les étudions dans ce chapitre, car leurs sous-produits peuvent être utilisés comme substrats microbiologiques (cf. la culture de levure sur le sérum de luzerne), et, d'autre part, comme pour les levures, il est certain que les premières protéines extraites des feuilles seront obtenues sous des formes surtout propres à la consommation animale (66).

Les feuilles contiennent 15 à 20 % de protéine (76) de bonne qualité, mais leur richesse en fibre en limite la consommation, de même que la présence de facteurs antinutritifs (50). C'est pour celà qu'il est nécessaire d'extraire les protéines (extrait de pulpe de feuilles lavé et chauffé : les protéines sont coagulées). Malheureusement, et,

comme souvent dans de tels cas, la valeur biologique des protéines des feuilles est diminuée pendant la transformation.

Le produit obtenu a une couleur et une saveur (goût prononcé de foin) désagréables, souvent inacceptables pour la consommation humaine.

> *"En réalité, jusqu'à présent, ces protéines ont été un peu considérées comme ayant un intérêt limité, et personne n'a proposé de les utiliser comme source azotée unique, ce qui est peut-être un tort étant donné leur excellente qualité nutritionnelle. On les considère plutôt comme un "supplément" pouvant représenter entre 1/10° et 1/5° de la ration protéique totale. On ne peut douter de leur valeur potentielle pour "supplémenter" les régimes basés essentiellement sur les céréales, les légumes et autres sources de protéines de mauvaise qualité" (95).*

Cette assertion se rapproche des constatations de WATERLOW, qui après une expérimentation sur les nourrissons, en 1961, en Jamaïque, conclut que les protéines des végétaux verts peuvent être utilisées comme complément chez les nourrissons dont la ration de lait est insuffisante. Leur valeur nutritive est égale à 75 % de celle du lait.

Cette valeur nutritive est, d'ailleurs, variable et il faut disposer en même temps de grandes quantités de feuilles, de qualité et d'âge voulus.

L'idéal est de se servir de feuilles, sous-produits d'autres récoltes, ce qui diminuerait leur gaspillage (par exemple feuilles de betteraves et cannes à sucre, pois, haricots, pommes de terre, bananes, luzerne...).

Une usine fonctionne déjà en Hongrie (24). Ses productions sont destinées à l'alimentation animale.

Une fois que les problèmes technologiques seront mis au point, l'exploitation des herbes et des feuilles pour leurs protéines sera d'un grand intérêt, en particulier dans les pays en voie de développement où elles sont très abondantes.

Elles ne choqueront pas les habitudes alimentaires, puisque comme en Afrique, elles sont souvent consommées : par exemple, les feuilles de manioc, de taro, de patate,

d'arachide, de niébé... (les feuilles de manioc contiennent de 5 à 6 % de protéines).

Les feuilles de baobab séchées et pulvérisées en contiennent plus de 13 % (89). Leurs facteurs limitants étant la méthionine et l'isoleucine, elles supplémentent les céréales.

Les recherches actuelles portent aussi sur les *concentrés de protéines à base de feuilles* (C.P.F.). Les premiers essais réalisés chez les nourrissons et ches les animaux, montrent que ces produits ont une valeur nutritive égale aux trois quarts de celle du lait (57) (cf. supra WATERLOW).

De plus amples travaux sur leur acceptabilité et sur leur toxicité doivent être entrepris avant que des productions importantes soient lancées.

Les "protéines vertes" constituent néanmoins une des solutions d'avenir au problème des protéines.

## PROPOSITION N°8

"Encourager l'emploi d'acides aminés synthétiques ou de concentrés protéiques pour améliorer la valeur nutritive des protéines contenues dans les céréales et d'autres plantes".

On sait qu'une protéine quelconque présente par rapport à la protéine de référence des déficits en tel ou tel acide aminé. Plus ces déficits sont notables, plus la qualité nutritionnelle est médiocre. L'acide aminé qui présente le plus grand déficit est l'acide aminé limitant. Si par un apport extérieur, on ajoute à la ration un acide aminé fabriqué industriellement, on peut donner, par cet artifice, à la protéine une valeur biologique supérieure. L'avantage est d'autant plus grand, quand l'écart qui sépare le premier acide aminé limitant du second est plus important.

Par exemple, quand le régime a pour céréale de base le blé (dont l'acide aminé limitant primaire est la lysine), un apport exogène en lysine améliore nettement la valeur biologique de la protéine et son utilisation.

Les acides aminés, principalement la *lysine* et la *méthionine*, sont fabriqués dans les pays industrialisés. Grâce à de nouveaux procédés de fabrication (synthèse ou fermentation), leurs prix ont nettement baissé ces dernières années. Ainsi, le chlorhydrate de L. lysine (par kg), coûtait en :

. 1945 $ 1200
. 1956 $ 30,8
. 1965 $ 8,8
. actuellement, à peu près $ 2 (19), et l'on escompte des prix inférieurs à un dollar par kg.

Ainsi, ces acides aminés synthétiques qui, au début, pouvaient constituer pour les pays en voie de développement des sorties de devises importantes, deviennent actuellement pour eux très intéressants.

Il est plus avantageux d'additionner d'un acide aminé synthétique une protéine locale qui présente un déficit en méthionine ou en lysine, plutôt que d'importer toute une protéine de qualité.

Les acides aminés de synthèse permettent de diminuer le déficit protéique en améliorant la qualité protéique de la ration (la qualité permettant de diminuer l'apport quantitatif). Les expériences sur les animaux et sur les enfants montrent les effets bénéfiques de l'enrichissement.

Les chercheurs du National Institute of Arthritis and Metabolic Diseases (NIAMD) ont montré que l'adjonction de lysine à l'alimentation à base de céréales permet d'améliorer considérablement la croissance des enfants d'âge préscolaire dans les pays en voie de développement.

Si un excédent de lysine ne semble pas toxique, il n'en est pas de même pour la méthionine (utilisée, par exemple, en supplémentation du soja), du moins chez l'animal.

L'avantage primordial de leur utilisation est que leur emploi n'exige pas de modifier les habitudes alimentaires des consommateurs (par exemple, enrichissement du pain de froment par la lysine, 31).

En alimentation animale (volaille, porcs...), la méthionine (produite à grande échelle) permet d'économiser des aliments coûteux à base de farine de poisson ou de levure et d'utiliser les tourteaux de soja. 12 000 tonnes de méthionine, en permettant l'utilisation des tourteaux de soja, ainsi qualitativement améliorés, rendent disponibles pour une autre utilisation un million de tonnes de farine de poisson (32).

Le régime alimentaire étant très variable, il est assez difficile, sauf dans les cas où la source de protéines de base occupe une place très prépondérante, de définir les acides aminés limitants primaire et suivants (ici encore, le problème de la protéine de référence est posé : jusqu'à quel point peut-on se fier à ce modèle ?).

Comme seules la lysine et la méthionine sont produites industriellement et de prix abordable, on ne peut envisager, pour le moment d'autre supplémentation.

Quand, dans un pays donné, un déficit net apparaît, il est utile de savoir si l'impact nutritionnel d'une telle supplémentation ou enrichissement - par un acide aminé de synthèse ou par un concentré protéique, type farine de poisson - est suffisant :

- Par exemple, les ruraux, vivant en autoconsommation, ne seront pas toujours touchés par de telles mesures (il vaudra mieux leur donner des variétés de céréales qualitativement améliorées).

- Par contre, l'opération peut être bénéfique, en particulier dans les villes, en enrichissant les aliments de première consommation (pain), ou par l'intermédiaire des repas scolaires. De cette manière, des personnes nutritionnellement défavorisées peuvent être atteintes.

De toutes façons, ces mesures d'enrichissement par un acide aminé de synthèse, ne peuvent constituer qu'une mesure utile, mais d'appoint.

Elles ne doivent pas empêcher le développement de

toutes les sources de protéines classiques ou non. La politique générale nutritionnelle d'un pays ne peut s'arrêter avec satisfaction à une seule mesure.

Toutes les mesures doivent être - selon des modalités propres à chaque pays - entreprises en vue d'un but commun qui est l'amélioration générale de l'état nutritionnel des populations. Les moyens utilisés pour arriver à ce résultat doivent faire l'objet d'une étude préalable de rentabilité (le prix des protéines ne doit pas être excessif, et il faut choisir les protéines les plus rentables dans des conditions données). De plus, et pour les protéines "nouvelles", des études d'acceptabilité, de toxicité et de "débouchés" sont en outre nécessaires.

x x x

Le rapport du Comité consultatif au Conseil économique et social sur l'application de la science et de la technique au développement comprend d'autres propositions.

Elles ne peuvent pas faire l'objet de développements dans le cadre de cet ouvrage, mais, à titre documentaire, on pourra trouver transcrits dans le tableau ci-contre (n°29), leurs énoncés :

*Tableau n°29 : Propositions n°9 à n°14.*

## PROPOSITION N° 9

Encourager la diffusion et la distribution, dans les pays en voie de développement, d'aliments protéiques propres à la consommation.

## PROPOSITION N°10

Créer des centres régionaux et nationaux de recherche et de formation dans le domaine des techniques agricoles, des sciences et des techniques de l'alimentation et de la nutrition, et leur fournir une assistance.

## PROPOSITION N°11

Accorder une assistance aux centres d'essais cliniques et d'essais sur les animaux des nouveaux aliments protéiques destinés aux pays en voie de développement.

## PROPOSITION N°12

Accorder une aide pour former des spécialistes de la commercialisation (y compris la distribution et la diffusion), des études de marché (y compris des études sur les habitudes socio-culturelles des consommateurs) et des analyses de systèmes, afin d'encourager la commercialisation et la diffusion de nouveaux aliments protéiques.

## PROPOSITION N°13

Augmenter le nombre des bourses de formation dans les domaines de la nutrition, des sciences et des techniques de l'alimentation, et dans d'autres domaines importants pour la production et la consommation d'aliments protéiques.

## PROPOSITION N°14

Les gouvernements devraient revoir et améliorer leurs politiques, leur législation et leur réglementation relatives à tous les aspects de la production, du traitement et de la commercialisation des denrées alimentaires et des protéines, de manière à supprimer les obstacles inutiles et à encourager les activités souhaitables.

# LES ALIMENTS RICHES EN PROTEINES

---

## *I - INTRODUCTION.*

### *1 - LEUR RAISON D'ETRE.*

On sait que la disponibilité de protéines animales par habitant est quasi-stagnante et mal répartie. La plupart des pays en voie de développement présentent une pénurie en ces protéines.

Or, certains groupes de la population sont particulièrement vulnérables à cet égard. Il s'agit principalement des enfants : nourrissons et enfants d'âge préscolaire jusqu'à six ans, qu'on trouve dans les zones rurales et dans les populations pauvres des villes.

Il n'est pas question de revenir sur les raisons profondes de cet état de fait, mais nous voulons souligner ici quelques facteurs aggravants :

a) la pratique de l'alimentation au sein est, pour des causes diverses ("civilisation", urbanisation, travail de la femme ...), de plus en plus abandonnée. En outre, elle est insuffisante dès que l'enfant atteint un certain âge (4-8 mois);

b) la production locale de lait est le plus souvent inexistante ou insuffisante. D'ailleurs, l'utilisation du lait, quand elle est possible, est souvent néfaste, du fait du manque d'éducation sanitaire de la mère (cf. "la maladie de l'alimentation au biberon");

c) l'aide qui consiste à expédier dans ces pays des quantités importantes de lait en poudre est criticable, car elle est aléatoire (brusque arrêt des expéditions). L'alimentation lactée n'étant pas poursuivie régulièrement, il arrive qu'on observe des intolérances au lactose chez certains enfants.

Pour ces différentes raisons, on a été amené, pour remplacer ou compléter l'alimentation lactée, à rechercher et à produire des aliments riches en protéines de qualité, constitués à partir des ressources locales qui sont essentiellement végétales. C'est l'idée qui est à la base de la constitution des aliments riches en protéines.

*2 - PRINCIPE DE CES MELANGES.*

Les protéines d'origine végétale sont, d'une manière générale, de moins bonne qualité que les protéines d'origine animale. Mais, si on les mélange judicieusement, elles peuvent très bien se compléter.

Ainsi, les céréales sont pauvres en lysine, mais pas les légumineuses, tandis que les légumineuses sont pauvres en acides aminés soufrés (méthionine), ce qui n'est pas le cas des différentes céréales.

Le mélange en proportions adéquates de céréales et de légumineuses a une valeur biologique beaucoup plus élevée que chaque constituant pris isolément. L'équilibre

de leurs acides aminés s'approche de celui des produits animaux, mais "par comparaison aux protéines de référence (oeuf), ce mélange reste encore déficitaire en acides aminés soufrés et en tryptophanne" (81) (RAOULT). On arrive facilement à remédier à ces lacunes.

### *3 - COMPOSITION DE CES MELANGES.*

#### *a) L'aliment de base.*

C'est l'aliment le plus riche en protéine disponible localement. Il assure dans le mélange le principal apport calorique.

Il peut s'agir de céréales, de racines, de tubercules ... On préfère utiliser les céréales qui offrent une qualité supérieure pour un volume moindre.

Les céréales étant riches en amidon, il est nécessaire de leur faire subir un traitement à la chaleur humide, et éventuellement un traitement enzymatique qui permet une digestibilité totale chez le nourrisson (43) (P.I.M.).

#### *b) Cet aliment de base est enrichi en protéines.*

On veille ainsi à

- augmenter la teneur en protéine du mélange,
- apporter l'acide aminé limitant (par exemple, pour les céréales : la lysine).

On s'adresse, selon les disponibilités locales, soit

- aux graines de légumineuses (lentilles, pois chiches, haricots ...) qui nécessitent d'être bien cuites, et dont le taux de cellulose, après traitement, doit être inférieur à 3 %, afin que la digestibilité soit bonne,
- aux tourteaux de graines oléagineuses : arachide, soja, coton, sésame, tournesol.

On améliore encore la qualité du mélange protéique obtenu par l'apport de

- petites quantités de protéines d'origine animale : oeufs, poudre de lait écrémé, farine de poisson,
- d'acides aminés de synthèse peu onéreux tels la lysine et la méthionine.

c) *Le mélange comprend en outre des vitamines et des minéraux.*

On fait appel pour celà, en particulier, aux légumes à feuilles vertes, ou à des substances de synthèse.

On joint au mélange des substances aromatiques.

Le produit obtenu a, en moyenne, une teneur de 20 % en protéines et fournit 350 calories par 100 g.

Pour diminuer les risques de carences nutritionnelles, on varie au maximum la gamme des constituants, en essayant d'incorporer, dans la mesure du possible, une protéine animale : on obtient ainsi des mélanges doubles, triples ou quadruples. cf. tableau ci-après n° 30 (JELLIFFE) (58).

Ainsi, on peut produire des aliments équilibrés qui servent d'aliments de sevrage ou de supplémentation.

Ils sont ainsi tout spécialement destinés aux enfants dès le sevrage (4-8ème mois), et il serait souhaitable que leur consommation soit poursuivie jusqu'à l'âge de 2-3 ans, voire 5-6 ans (AUTRET) (4).

L'expérience montre que la famille tout entière participe à leur consommation (cf. l'Incaparina). Ceci est souhaitable dans la mesure où cette consommation ne se fait pas au détriment des enfants et améliore les ap-

*Tableau n°30 : Types de mélanges (d'après JELLIFFE, 58).*

| *Mélanges* | *Ingrédients* | *Exemples* |
|---|---|---|
| *Double* | .Aliment de base + légumineuse (en général une céréale, riche en méthionine) (riche en lysine)<br>.Aliment de base + protéine animale<br>.Aliment de base + légumes à feuilles vertes(LFV) | Dans la proportion 4/1 à 2/1<br>ex.: riz,graine de soja (Indonésie)<br>ex.: patates douces,haricots rouges (Rwanda)<br>Porridges de céréales oeuf ou lait |
| *Triple* | .Aliment de base + légumineuse + protéine animale<br>.Aliment de base + légumineuse + LFV<br>.Aliment de base + LFV + protéine animale | ex.: riz, pois chiches, lait (Inde)<br>ex.: bananes du paradis, arachides, oeuf (Afrique Orientale) |
| *Quadruple* | .Aliment de base + légumineuse + LFV + protéine animale | |

ports protéiques des femmes enceintes (d'autant plus avantageux qu'elles sont au dernier trimestre de leur grossesse), et des femmes allaitantes.

## II - CRITERES COMMUNS AUX DIFFERENTS MELANGES.

### 1 - LES ENQUETES PREALABLES.

Il sera toujours nécessaire avant d'entreprendre la "création" d'un mélange, sa fabrication et sa distribution de procéder à des études préalables locales :

> *"Il faudra toujours commencer par s'enquérir avec soin des intérêts, des préférences, des préjugés et des possibilités économiques des consommateurs éventuels, faute de quoi on ira toujours et inévitablement à un coûteux échec" (AUTRET) (5).*

Il est donc nécessaire de bien connaître

- l'état nutritionnel de la population : importance et type de la malnutrition,
- les habitudes alimentaires,
- les disponibilités locales, immédiates et à long terme, des produits de base du mélange,
- les ressources monétaires et l'importance du marché potentiel, ainsi que l'existence des circuits de distribution.

### 2 - LA FABRICATION.

Elle doit utiliser les ressources locales, c'est-à-dire les produits de base largement disponibles localement, et à bas prix, ce qui permet de revaloriser certaines productions agricoles, diminue les frais de transport, économise les devises, etc ...

Les importations doivent être réduites au minimum, et sont conseillées pour des produits qu'il est plus avantageux d'importer que de produire sur place tels les acides aminés ou les vitamines de synthèse.

La fabrication, pour être rentable, doit fournir de grandes quantités de produits (plusieurs centaines de tonnes).

La chaine de fabrication doit être conçue de façon à avoir une grande souplesse de fonctionnement, ce qui permet de modifier facilement le produit livré :

- soit produire des mélanges à caractères organoleptiques différents (ainsi, l'Incaparina comporte 8 variétés. RAOULT 81),
- soit d'utiliser des matières premières différentes, selon leur coût saisonnier.

Il doit y avoir une surveillance constante de la qualité du produit obtenu. Ces mélanges étant destinés à des enfants en bas âge, les problèmes technologiques doivent être soigneusement étudiés (par exemple, en ce qui concerne la digestibilité). Il est donc nécessaire de former une main d'oeuvre locale en technologie alimentaire.

*3 - LE PRODUIT FABRIQUE.*

*a) Sa valeur nutritionnelle.*

Le produit fabriqué est riche en

- protéines (20-25 % de protéines), les acides aminés sont équilibrés,
- calories : l'apport calorique doit être suffisant afin que les protéines fournies ne soient pas détournées à des fins énergétiques,

- vitamines et minéraux en fonction des carences endémiques locales.

b) *son acceptabilité et sa tolérance.*

Les qualités organoleptiques du produit sont telles qu'elles assurent une présentation agréable voire appétissante, ne heurtant pas les habitudes alimentaires, en particulier celles concernant les nourrissons.

La digestibilité doit être bonne (CUP aux environs de 70), de même que l'acceptabilité : aucune manifestation d'intolérance ou d'allergie ne doit se produire.

Enfin, le produit doit être sain quant aux plans toxicologique et bactériologique.

c) *Facilité d'emploi et de conservation.*

Le mélange doit être d'une préparation culinaire simple (produits précuits), n'exigeant qu'un minimum d'additifs (eau, sel ...).

Il doit très bien se conserver, au moins six mois pour un paquet fermé, même si les conditions de cette conservation sont difficiles.

*4 - LES ESSAIS.*

Un produit élaboré avant d'être commercialisé doit être essayé sur des échantillons de population.

Après des études toxicologiques et bactériologiques, des expériences sur des animaux, on fait donc des essais sur des enfants; ces essais (de MAEYER) (30) portent sur

- la valeur nutritionnelle du produit, son acceptabilité et sa tolérance,

- l'étude de la courbe de croissance pour des nourrissons ou des jeunes enfants, la balance azotée.

*"L'OMS assure la responsabilité pour tous les tests humains sur tous les produits développés ou distribués au nom du programme international FAO.OMS.UNICEF pour le développement des aliments riches en protéines. Cinq centres - Chili, Taïwan, Ethiopie, Guatemala, Inde - existent dans le monde (1969), collaborent avec l'OMS pour tester ces produits chez les enfants et les nourrissons." (30) (70)*

Des essais à plus grande échelle doivent être ensuite entrepris.

*5 - LA COMMERCIALISATION.*

*"Il y a une distance énorme entre le choix judicieux d'un mélange nutritionnel riche en protéines et la réussite de sa commercialisation. Or, il est rare que les nutritionnistes en aient conscience" (58) (JELLIFFE)*

On saisit tout de suite la difficulté de la commercialisation, quand on sait que dans les pays en voie de développement 85 % de la population vivent en économie de subsistance ou en économie mixte, et 15 % seulement en économie monétaire.

Les problèmes posés sont classiques, bien que difficiles à résoudre, étant données les conditions locales. Il s'agit de la production en grand, du conditionnement, du stockage et des transports, de la distribution, de l'organisation des marchés avec la promotion du produit.

Tous ces facteurs doivent aboutir à un prix de vente minimum tout en laissant des bénéfices convenables, et encourageants, à la production et à la distribution

(Pour fixer les idées, citons un prix : 15 US cents, les 250 g, 18).

Bien souvent, le lancement du produit (investissements consacrés à la construction de l'usine, à la chaine de fabrication ...) nécessitera l'impulsion du gouvernement, voire, parfois, une aide internationale.

Dans cette optique, le gouvernement peut acheter des quantités importantes de produits, ce qui permet, en augmentant la production, d'abaisser les prix de revient.

Les conditionnements doivent être les moins coûteux possibles, tout en assurant une protection efficace et une manutention facile. Ils doivent être particulièrement étudiés quant à leur présentation. Il s'agit de produits alimentaires et non de médicaments !

L'exemple de "Pronutro" en Afrique du Sud illustre bien l'importance d'un lancement et d'une publicité bien compris :

> *"Il fut d'abord introduit sous un nom indigène d'"Incumbe" comme un aliment pour les pauvres gens. Il y avait une illustration d'un garçon noir sur le paquet. Le produit n'eut pas de succès. Plus tard, exactement le même produit fut introduit avec une nouvelle présentation et sous un nom anglais de "Pronutro". Il était vendu à un prix plus élevé, et sa publicité montrait des gens de race blanche, mangeant et semblant heureux, comme un produit qui donne des forces musculaires, et qui est spécialement désigné à séduire les sportifs, les joueurs de foot-ball, etc. Le produit eut alors du succès". (3)*

Cet exemple nous montre la nécessité qu'il y a à ce que le produit soit acheté et consommé par les "classes importantes" de la population. Le produit doit

posséder une certaine image de marque.

Il s'en suit que les distributions gratuites devront être réservées à certaines actions bien précises (distribution dans les écoles ...). En effet, un produit distribué gratuitement est, pour beaucoup, de basse qualité et de peu d'intérêt :

> *"Un aliment destiné aux nécessiteux n'a pas de prestige et n'attire pas l'acheteur; le produit doit apparaître dans un emballage séduisant, à la fois sur les rayons du supermarché et dans la boutique villageoise."*
> *(58) (JELLIFFE)*

Le produit devra être l'objet d'une publicité intelligente. Il devra être connu des responsables, à des titres divers, de la santé des enfants. Ces responsables devront le faire connaitre et en encourager la consommation.

Le P.I.M. (43) a résumé (cf. tableau n° 31) les différentes étapes qui doivent être suivies pour la recherche, la mise au point, la fabrication et la distribution de ces produits.

## *III - L'EXEMPLE DE L'INCAPARINA (d'après BEHAR, 11).*

En 1946-49, six pays d'Amérique Centrale et Panama décident d'unir leurs efforts pour améliorer l'état nutritionnel de leurs populations.

Ainsi, à partir de 1949, entre en fonctionnement l'"Institut de nutrition d'Amérique Centrale et de Panama" (INCAP).

Cet Institut constate que parmi les problèmes de santé publique, le déficit protéique est le problème le plus fréquemment posé. Les taux de morbidité et de mortalité

*Tableau n°31 : Les différentes étapes nécessaires à la mise au point des aliments riches en protéines (d'après P.I.M., 43).*

1. *"Etude de faisabilité du projet" :*

   . malnutrition,
   . habitudes alimentaires,
   . disponibilité des produits de base locaux.

2. *"Collecte et exploitation des données de base" économiques et culturelles :*

   . formulation du mélange,
   . acceptabilité et présentation,
   . importance du marché potentiel.

3. *Aide au lancement par des Organismes d'Assistance :*

   par exemple, dans le cadre du Programme Alimentaire Mondial.

4. *Stratégie Régionale à partir d'une céréale de base caractéristique d'une zone écologique :*

   . par exemple, le blé dans le Bassin Méditerranéen,

   +pois chiches, lentilles : Algérie, Tunisie, Egypte,

   +soja : Turquie,

   +pois secs : Iran,

   +tournesol : Maroc.

chez les enfants -surtout à partir du sevrage- sont très élevés. Si les maladies infectieuses interviennent de façon synergique, la sous-nutrition protéique est responsable, pour une grande part, de cet état de choses.

Or, les protéines d'origine animale (dont celles fournies par le lait) sont rares, le développement de leur production ne peut être que lent, ainsi que celui de leur consommation, car ces protéines sont trop onéreuses. Il s'en suit qu'il est apparu nécessaire de faire appel aux protéines d'origine végétale pour couvrir les besoins.

La recherche et la fabrication d'un produit de sevrage (produit riche en protéines et en calories) sont décidées. Il est tenu compte des différents critères que nous avons résumé dans les paragraphes précédents.

Pour ne pas modifier les habitudes alimentaires locales, on décide d'élaborer un mélange sous forme de farine (en espagnol : "harina", d'où le nom d'Incaparina).

Cette farine comporte une céréale de base supplémentée par différents produits riches en protéines, auxquels on ajoute des vitamines, et des minéraux dont le calcium.

Plusieurs formules sont mises au point.

En 1956, après des essais de laboratoire et des expériences sur des animaux, l'INCAP sort le *"mélange végétal N° 8"* de composition :

*Tableau n° 32*

| | |
|---|---|
| 1. *farine (précuite) de maïs "masa"* | 50 % |
| 2. *farine de sésame* | 35 % |
| 3. *farine de graines de coton* | 9 % |
| 4. *levure (torula)* | 3 % |
| 5. *farine déshydratée de Kikuyu* | 3 % |

Les quatre premiers éléments apportent des protéines, le quatrième,en outre,des vitamines B, et le cinquième (qui est une herbe) du carotène.

Ce fut le premier mélange essayé chez des enfants normaux : l'acceptabilité et la tolérance furent trouvées bonnes.

Quand ce mélange fut donné comme unique source de protéine, les résultats s'avérèrent excellents : il n'y avait pas de différence significative avec les enfants témoins recevant du lait.

Puis, le mélange fut essayé chez des enfants convalescents de malnutrition, puis dès l'admission à l'hôpital.

Il s'est avéré que ce mélange remplace avantageusement le lait.

Pour des raisons de disponibilité, on a remplacé la farine de sésame par de la farine de sorgho :

Ce fut le *"mélange végétal N° 9"* :

*Tableau n° 33*

| | |
|---|---|
| *.farine de maïs "masa"* | 28 % |
| *.farine précuite de sorgho* | 28 % |
| *.farine de graines de coton* | 38 % |
| *.levure Torula* | 3 % |
| *.farine de Kikuyu* | 3 % |

Les résultats obtenus furent aussi bons.

L'acceptabilité s'avéra excellente, même chez des enfants plus grands, du fait qu'il est possible de préparer ce mélange comme la bouillie traditionnelle : "l'atole".

Ce fut, ensuite, l'étape de la production industrielle et de la distribution commerciale (produits manufacturés par la Compagnie "Quaker Oats") (94).

La farine de Kikuyu déshydratée est remplacée par la vitamine A de synthèse. On ajoute du calcium. Les farines de maïs et de sorgho ne sont pas précuites dans le *"mélange N° 9 A"* :

*Tableau n° 34*

| | |
|---|---|
| *. farine de maïs* | 29 % |
| *. farine de sorgho* | 29 % |
| *. farine de graines de coton* | 38 % |
| *. $CO_3Ca$* | 1 % |
| *. vitamine A* | 4500 UI |

Ce mélange contient 27,5 % de protéines. Sa valeur calorique est basse (fournir beaucoup de calories n'était pas, dans ce cas, le but recherché) : "une quantité de 75 g suffit à corriger les déficits prévalents du régime régulier des enfants d'âge préscolaire de la région".

## *IV. AUTRES PRODUITS. NOTE A PROPOS DE LA SUPERAMINE.*

Nous avons relevé un certain nombre d'autres produits, dont la plupart sont commercialisés. On voudra bien trouver dans le tableau N° 35 leur composition et les pays où ils ont été étudiés et lancés.

Parmi tous ces produits, nous tenons à souligner le succès, en Algérie, de la Superamine.

Tableau n°35 : Composition de quelques produits

| NOM | PAYS | Blé | Maïs | Far. coton | Far. soja | Far. de poisson | Ara-chid |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Incaparina<br>"<br>" | Guatemala<br>Colombie<br>Mexique | | "<br>"<br>" | "<br>" | déshuilée<br>"<br>" | | |
| Fortifex | Brésil | | " | | " | | |
| Peruvita<br><br>id. | Pérou | | | " | | | |
| Pronutro | Af. Sud | Germes | " | | soja | CPP | |
| Saridele | Indonésie | | | | Extrait soja sec | | |
| Protone | Roy. Uni<br>Congo | | " | | | | |
| Arlac | Nigéria | | | | | | far |
| Indian MPF | Inde | | | | | | far |
| Prolo | Roy.Uni | | | | Far.soja | | |
| Superamine | Algérie | " | | | | | |
| S M | Ethiopie | | | | | | |
| Bal Ahar | Inde (CFTRI) | Far. | | | | | |
| Lac. tone | Inde (CFTRI) | " | | | | | far |
| Aliment de sevrage | Sénégal | | | | | | far pré cui |
| CSM (MSL) | USA | | Préduit | | Délipidée | | |
| Ceplapro | USA | Far. | Far.de maïs dégermée | | Délipidée | | |
| Supro | Af. Or. | | Far.de maïs ou orge | | | | |

...ches en protéines (d'après 58, 6, 46).

| Lait crémé poudre | Autres produits | Levure | Vitamines | AA | Teneur en protéine |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ca CO3 | " | A | Lysine | 27,5 % |
| | Ca CO3 | " | A | " | 27,5 % |
| | Ca CO3 | " | A | | 27,5 % |
| | Ca CO3 | | A, $B_1$, $B_2$ | dl.méth. | 30,0 % |
| " | Far.de Quinoa,épices, sucre, Ca CO3 | | A, $B_1$, $B_2$ | | 30,0 % |
| | id.salée,non sucrée | | | | 35,0 % |
| " | sucre,sel iodé | " | A,$B_1$,$B_2$,PP | | 22,0 % |
| | Ca CO3, sucre | | $B_{1,12}$, C | | 26/30 % |
| " | Sels minéraux | " | vit. | | 24 % |
| " | Sels divers | | D,$B_{1,2,12}$ | | 42 % |
| | CaCO3,far.pois chiches | | A, $B_{1,2}$ | | 40 % |
| | Sels minéraux | | A,$B_{1,2}$,PP | dl.méth. | 49 % |
| " | Pois chiches,lentilles sucre,minéraux,arômes | | D | | 20 % |
| " | Teff,pois,pois chiches lentilles | | | | 15 % |
| | Far.légumineuses + far. gr. oléagineuses dégr. Ca | | vit. | | 22/26 % |
| " | Orge, Ca | | vit. | | 26 % |
| " | Far.de mil précuite, sucre, Ca | | A, D | | 20 % |
| " | CaCO3, sucre | | vit. | | 20 % |
| " | CaCO3 | | vit. | | 18/20 % |
| " | Sels,condiments | Torula | | | 24 % |

*Tableau n° 36 - Composition de la Superamine (d'après RAOULT)* (81)

| | | |
|---|---|---|
| *. farine de blé dur blutée à 75 %* | 28g | précuites |
| *. farine de pois chiches* | 38g | précuites |
| *. farine de lentilles* | 18g | précuites |
| *. lait écrémé en poudre (UNICEF, PAM)* | 10g | |
| *. sucre* | 5g | |
| *. vit. A, D, B, CO3Ca, arôme* | 1g | |

Ce mélange fournit 414 calories, a une teneur en protéine de 20,9 % et une UPN de 70.

600 tonnes ont été fabriquées en 1970, contre 140 tonnes en 1968. Cette production massive est en partie due au fait que l'Etat procède à une distribution gratuite, en particulier dans les cantines scolaires. De nouvelles usines sont prévues (49).

La Superamine a été essayée en Tunisie, au Maroc (avec incorporation de CPP), et en RAU, où son succès est tel qu'il était envisagé de la fabriquer sur place dès 1971.

Les premiers résultats, quant à son utilité, commencent à apparaître, comme on peut en juger par l'extrait suivant : (Rapport Avril 70. RAOULT A. Région des Oasis, 1969-70, Algérie)

*"Dans cinq villages où, pendant cette période, le Ministère de la Santé Publique distribuait de la Superamine gratuitement et sans interruption, le taux de mortalité infantile a diminué de moitié et l'incidence de la malnutrition proteicocalorique, chez les enfants âgés de cinq à trente mois, est tombée de 40,4 % à 12,4 %."*

## V - LA DISTRIBUTION DE CES MELANGES.

Nous avons vu que les aliments riches en protéines devaient rentrer dans les circuits normaux de distribution.

Mais, si l'on veut que les enfants les plus déshérités et les plus malnutris bénéficient de ces protéines de qualité, il faut utiliser toutes les voies qui mènent à eux. Nous pensons aux centres de PMI, aux centres de santé, aux cantines scolaires, aux associations féminines ...

En effet, c'est seulement dans un cadre contrôlé régulièrement que des distributions gratuites ou à bas prix, qui sont rendues possibles grâce à l'aide de l'Etat, peuvent se justifier et sont même recommandables.

Pour reprendre l'exemple de la Superamine, citée plus haut, signalons qu'en 1969, elle a été distribuée dans les cantines scolaires d'Algérie, à plus de 500 000 enfants (69).

## VI - LE PAG (FAO.OMS.UNICEF) ET LE GROUPE DE LA PROMOTION DES ALIMENTS RICHES EN PROTEINES (FAO).

Le Groupe d'experts sur les protéines (PAG) qui dépend des Organisations spécialisées des Nations-Unies (FAO.OMS.UNICEF), étudie et contrôle les nouveaux mélanges qui sont mis au point dans le monde. Il élabore des normes et des directives générales quant à leur développement.

Le Groupe de la promotion des aliments riches en protéines (49) a défini avec précision sa tâche en la matière :

*"Le mandat du groupe de la promotion des aliments riches en protéines est défini dans le programme de travail de la FAO pour 1970-1971 :*

*-examiner la possibilité du point de vue économique, de produire et d'utiliser des aliments protéiques à partir des ressources propres à chaque pays,*
*-évaluer la possibilité de les distribuer dans des conditions satisfaisantes aux groupes de populations visés, surtout les enfants en sevrage et d'âge préscolaire, en tenant compte des considérations relatives au coût, au conditionnement, à la distribution et à la promotion,*
*-aider à formuler et à mettre en oeuvre les projets jugés réalisables,*
*-enfin, développer l'infrastructure technico-commerciale nécessaire à l'introduction de nouveaux aliments protéiques non traditionnels et peu connus."*

Comme on peut le constater, dans beaucoup de ces activités, le Groupe consultatif des protéines (PAG), ainsi que de nombreux Organismes internationaux ont des rôles importants à remplir.

---

Nous voulons, pour conclure ce chapitre sur les aliments riches en protéines, rappeler que si leur intérêt est indéniable, surtout si on arrive à les faire accepter comme des aliments de consommation courante, ils ne constituent, néanmoins, qu'une arme que nous avons à notre disposition pour lutter contre la malnutrition protéique.

On ne doit pas les considérer comme la panacée et négliger tous les autres efforts comme, par exemple, celui, aux résultats tout aussi immédiats, de l'éducation nutritionnelle des mères.

---

# PERSPECTIVES
# NÉCESSITÉ D'UNE PLANIFICATION ALIMENTAIRE

---

Nous avons eu l'occasion de montrer l'ampleur et l'angoissante acuité de la pénurie de protéines dans le Tiers-Monde. Si les chiffres sont souvent sujets à caution, ce qui est établi de façon sûre, c'est que nous sommes en présence d'un problème démesuré et complexe, et que, malgré les progrès immenses accomplis actuellement, l'avenir demeure incertain.

Les responsables de la Santé Publique doivent, à la suite des nutritionnistes, prendre conscience de cette situation et contribuer à rechercher les solutions propres à l'améliorer dans les délais les plus rapides et, aussi, au moindre coût.

Seuls, ils n'arriveront qu'à des résultats fragmentaires. Une de leurs missions essentielles est donc de faire partager leurs préoccupations aux dirigeants de leurs pays, de les convaincre et de participer avec eux à l'élaboration de la politique qui doit être menée.

Ainsi, il est tout-à-fait nécessaire qu'une coordination des actions, une planification, s'instaurent au niveau le plus élevé, au niveau gouvernemental.

La *planification alimentaire* d'un pays doit faire partie intégrante de la planification économique générale. Faire l'une sans l'autre est aujourd'hui inconcevable.

C'est sur ce point capital de la planification que nous voulons pour conclure mettre l'accent.

Mais, avant d'aborder ce point, qu'on nous permette de rappeler que différentes politiques peuvent être suivies pour tenter de porter une solution au problème que nous envisageons.

Nous allons seulement nous contenter de les évoquer ici, car nous estimons qu'elles ne doivent pas être préconisées par les responsables -tout au moins médicaux- de la santé publique.

Nous voulons parler principalement de deux contraintes qui, hélas, s'avèrent (ou s'avéreront) pour certains pays tout-à-fait indispensables.

La première solution, que nous qualifierons de "facilité", consiste à mettre en pratique le raisonnement suivant. Puisque les protéines disponibles, qui constituent, rappelons-le, le principal "facteur limitant" à la nutrition humaine, sont en quantité insuffisante et que le taux d'accroîssement de leur production est faible, il s'avère, dans ces conditions, nécessaire de restreindre le nombre de bouches à nourrir. Il faut pratiquer une politique de *limitation des naissances*.

(Nous passerons sous silence la guerre ou autres actes violents utilisés, consciemment ou non, comme exutoires à une surpopulation par rapport aux disponibilités alimentaires. Le grand polémologiste Français G. BOUTHOUL a donné une analyse très fine de ces mécanismes).

Dans l'état actuel des sciences, une telle politique de limitation volontaire des naissances ne se justifie, en dernier recours ou comme moyen d'attente, que dans un petit nombre de pays. Il s'agit de pays, où l'accroîssement démographique résultant d'une mortalité moyenne et d'une très forte natalité, est sans commune mesure avec les possibilités de développement économique et des ressources alimentaires. Ces pays sont situés, en général, en Asie du Sud-Est et en Amérique latine.

Mais, on doit se garder de généraliser une telle attitude à l'ensemble des pays du Tiers-Monde. Il faut être prudent en la matière. En effet, le développement de certains pays est freiné par le manque de main d'oeuvre et bien souvent "l'agriculture manque de bras" ce qui a pour résultat de laisser incultes de vastes superficies.

Cependant, les Organismes Internationaux aident en ce sens les pays qui en font la demande. Il est certain que la différence qui existe, parfois, entre les taux d'accroîssement démographique et de la production agricole, incite à prendre des mesures d'urgence, la limitation des naissances pouvant être envisagée comme un pis-aller provisoire. La "libération de la femme" qui en résulte est un facteur positif non négligeable, soit du fait de l'amélioration de l'élevage de ses enfants, soit qu'elle consacre son temps à des tâches productives.

A cet égard, la réussite exemplaire du Japon vient à l'esprit. Le développement économique et l'amélioration de l'état nutritionnel de la population de ce pays, ne se sont réalisés que grâce à une augmentation plus rapide de la production, et donc du revenu national, que celle de la population. Ce pays a pratiqué, depuis la deuxième guerre mondiale, une vaste politique de limitation des naissances. (Ainsi, plus d'un million d'avortements, volontaires, légaux, par an, ont été déclarés de 1953 à 1961) (67).

Dans le cadre de "la loi de protection eugénique", appliquée dès 1948, le Japon prit un ensemble de mesures telles que celle-ci.

Mais, il est bien évident que le choix des méthodes contraceptives ou de limitation des naissances est fonction du niveau économique, sanitaire, socioculturel de chaque pays.

En outre, de telles actions ne vont pas sans soulever de nombreux problèmes moraux, philosophiques et religieux parmi une partie importante des populations.

La deuxième contrainte constitue ce que nous appellerons "la contrainte politico-économique". Les masses laborieuses sont employées de gré ou de force au développement de leurs pays. Il est certain que la plupart des pays riches actuels ont payé ce prix, sacrifiant plusieurs générations au labeur. Il suffit de rappeler les conditions épouvantables de la Révolution industrielle Anglaise et Française.

Certains pays estiment aujourd'hui que pour rattraper leur retard, dans tous les domaines industriels et aussi agricoles, ils doivent mener une politique "d'asservissement" de l'individu au profit d'une augmentation lente mais régulière et assez bien répartie du bien-être de leurs peuples.

On comprend que nous abordons là aux limites de ce qui peut être traité dans un tel ouvrage.

Par contre, à partir des éléments que nous avons déjà analysés, nous voulons nous contenter de dégager quelques points fondamentaux, susceptibles d'être applicables dans la majeure partie des pays concernés, quelle que soit leur situation politique.

En effet, malgré les disparités qui existent entre les différents pays du Tiers-Monde, il est possible de dégager un certain nombre de solutions communes.

Ce sont, croyons nous, de tels arguments que les responsables de la Santé Publique doivent faire valoir auprès de leurs gouvernements.

Nous en indiquerons trois qui nous semblent les plus importants :

1° priorité à la protection des enfants,

2° développement des disponibilités alimentaires,

3° harmonisation des différentes mesures au sein du "Plan".

En premier lieu, il faut s'attacher, comme nous l'avons montré, à protéger les groupes vulnérables, en particulier "priorité des priorités" l'enfant jusqu'à six mois, et, d'une façon plus générale, l'enfant d'âge préscolaire.

Les enfants constituent la plus grande richesse de tous les pays : c'est là une opinion facile à faire partager. (Rappelons ici que la moitié des habitants du globe de l'an 2 000 ne sont pas encore nés). D'autre part, les moyens à mettre en oeuvre sont peu coûteux, puisqu'il s'agit essentiellement d'éducation sanitaire dans son aspect le plus brillant et le plus séduisant, à savoir l'éducation nutritionnelle des mères.

Autrement dit, il faut freiner dans toute la mesure du possible cette mode qui se veut "moderniste" d'abandon de l'alimentation au sein. Au contraire, il est nécessaire de rechercher tous les moyens susceptibles d'inciter à une pratique si bénéfique.

A cet égard, l'exemple donné par les femmes oc-

cupant une position sociale plus ou moins élevée dans le pays peut contribuer de façon non négligeable à réaliser cet objectif.

Il faut poursuivre cette action en apprenant aux mères à sevrer correctement, et en temps opportun, leurs nourrissons. Bien souvent, les aliments nécessaires pour réaliser ce but sont consommés par les familles, et il ne s'agit que de faire un effort d'éducation des parents.

La deuxième voie consiste à augmenter les disponibilités alimentaires, c'est-à-dire à développer les productions agricoles, soit en les variant, soit en augmentant leurs rendements.

L'introduction des nouvelles variétés, principalement les céréales à haut rendement, doit se faire avec précaution. Il faut veiller à ne pas épuiser les sols en une ou deux saisons, mais il est nécessaire de payer le prix de ces récoltes fabuleuses par des travaux d'irrigation, l'épandage d'engrais ...

La "Révolution verte" doit être prudente si l'on ne veut pas aller à la catastrophe. L'amélioration qu'elle ne manquera pas de susciter doit être mise à profit comme une pause, un répit, permettant le lancement d'autres actions et de mener à bien d'autres recherches, tant en ce qui concerne les protéines classiques que les protéines nouvelles.

Quant à ces dernières, telles les protéines de synthèse, de gros espoirs sont justement fondés. Ils ne sont nullement utopiques puisque de nombreuses usines sont en construction ou sur le point de fonctionner. Elles sont, pour le moment, toutes situées dans des pays développés.

A cause de celà d'ailleurs de nombreux gouver-

nements manifestent une réticence de principe à l'adoption de tels procédés. Il s'agit là de susceptibilités déplacées ou de raisonnements économiques erronés, puisque la moitié environ de la production mondiale de pétrole se fait dans les pays de la "faim en protéines", et que de toute manière, ils n'ont pas la capacité technologique et financière de faire les frais de la mise au point industrielle de tels aliments.

Par contre, ils ont tout intérêt à en recueillir les fruits, soit directement par la production sur leur territoire, soit indirectement. Ainsi, par exemple, les productions de telles protéines dans les pays riches serviront, dans un premier temps, à l'alimentation animale. Celà diminuera la tension économique sur les productions protéiniques des pays du Tiers-Monde (par exemple, celle de concentrés protéiques de poissons), qui pourront rester sur place et être transformées en vue de la consommation humaine.

Les deux actions fondamentales que nous venons de rappeler, et d'autres mesures qui s'avéreraient nécessaires du fait des circonstances locales, ne doivent pas être menées, comme, hélas, bien souvent dans le passé, d'une manière désordonnée et discontinue, ni sans études préalables approfondies. Les pays du Tiers-Monde ne peuvent pas se permettre, moins que tous autres, des gaspillages de temps, d'argent. Leurs capacités technologiques en personnels et en matériels sont bien trop limitées et précieuses.

C'est pour celà que nous voulons pour terminer insister sur la notion de *planification*.

La planification dans le domaine nutritionnel s'impose comme pour tout autre grand dessein. Elle doit s'élaborer au niveau le plus haut : celui du gouvernement. Elle doit être le fruit de la collaboration de toutes les disciplines, dont nous citons, brièvement, les principales :

*1 - L'ECONOMIE* (au sens des ressources financières) bien sûr, est à la base de toute entreprise. Les pays en question sont, en général, les plus pauvres. Aussi, il faut démontrer que les efforts dans le domaine qui nous préoccupe sont des plus rentables.

Il suffit d'évoquer la sauvegarde du "capital-jeunesse" et le rendement accru des travailleurs correctement nourris.

De plus, une politique fiscale bien comprise devra encourager les producteurs locaux, ainsi que le commerce tant intérieur qu'extérieur.

*2 - L'AGRICULTURE*

Nous avons vu les grands espoirs fondés sur la Révolution verte, mais aussi la prudence avec laquelle elle doit être menée. Il ne suffit pas d'obtenir des nouvelles variétés à haute teneur en protéine ou (et) à haut rendement, encore faut-il assurer une protection efficace des récoltes. C'est le problème de la lute contre les déprédateurs de toutes natures.

La réforme agraire est un problème politico-économique très difficile à mener à bien. C'est cependant une nécessité dans beaucoup de pays, en Amérique latine principalement.

*3 - L'INDUSTRIE*

Les aliments riches en protéines, les protéines nouvelles doivent être produits sur place. Les industries de transformation des produits agricoles doivent se développer.

Les industries nationales doivent fournir, dans la mesure du possible, engrais et matériel agricole, en vue d'une économie de devises.

Si l'industrie nationale est trop embryonnaire, trop faible, une coopération internationale doit être recherchée avec les pays voisins.

*4 - LA POLITIQUE DE GRANDS TRAVAUX*

Ils concernent soit la domestication de l'eau (barrages, travaux d'irrigation), soit le développement d'une infrastructure routière ou ferroviaire.

Ainsi, par exemple, des perspectives nouvelles sont ouvertes pour les élevages quand un chemin de fer est créé pour une exploitation minière. En effet, il permet de transporter, en quelques heures,le bétail de l'intérieur des terres vers les côtes ou les grands centres, tandis qu'auparavant, il fallait des journées de "transhumance".

L'avantage est identique pour toutes les autres productions agricoles telles les productions céréalières.

*5 - LES AFFAIRES ETRANGERES*

Par leur intermédiaire, les pays s'efforcent d'améliorer leur situation soit en discutant les cours des matières premières dont ils sont exportateurs, soit en négociant l'aide ou l'assistance internationale. Cette aide est soit directe (uni- ou multilatérale), soit indirecte, par le concours des Organismes Internationaux.

Elle consiste en une aide financière (prêts, dons), soit, et c'est plus rentable à longue échéance, en une assistance technique comme l'envoi d'experts ou de matériels.

Les Affaires étrangères contribueront au développement de leur pays, en cherchant à édifier des "Marchés communs" économiques, industriels et agricoles régionaux. De nombreux pays sont trop peu peuplés, trop pauvres, pour posséder toutes les structures d'un grand pays développé. S'ils arrivent à surmonter les vélléités

de nationalismes néfastes, ils auront tout à gagner de la collaboration avec leurs voisins qui sont bien souvent aux prises avec les mêmes difficultés qu'eux.

Cette collaboration régionale nous amène à dire un mot de la collaboration internationale autre que celle de l'aide ou de l'assistance.

Les progrès scientifiques modernes laissent entrevoir des possibilités nouvelles dont pourront bénéficier tous les pays, d'autant plus, d'ailleurs, qu'ils auront des infrastructures nationales rudimentaires.

A titre d'exemple, nous citerons deux applications des satellites artificiels qui intéressent l'agriculture (et aussi la pêche) : il s'agit, d'une part, des satellites météorologiques qui permettent des progrès considérables en ce domaine, ainsi qu'une couverture plus vaste du globe, et, d'autre part, des satellites capables d'assurer la surveillance de l'état d'avancement et de l'état phytosanitaire des récoltes.

Il faut espérer que dans un proche avenir tous les pays pourront bénéficier des renseignements dûs à ces techniques.

*6 - L'EDUCATION*

Il est bien connu que le développement d'un pays passe par l'alphabétisation et l'instruction de ses habitants, et surtout la formation de techniciens et de cadres moyens et supérieurs.

Ici aussi, tout contribue au but fixé, de la formation technologique professionnelle, source de travail et, par conséquent, d'un niveau de vie correct, à la formation en matière d'agriculture indispensable pour la mise en oeuvre des découvertes récentes, et, à celle en matière de santé, plus particulièrement dans ses aspects de nutrition et d'éducation sanitaire.

Il faut insister, par ailleurs, sur la nécessité d'obtenir la collaboration des maîtres (principalement celle des instituteurs), dans le domaine nutritionnel. Grâce à elle, du fait de leur enseignement théorique ou pratique (jardins scolaires), et aussi, parfois, des repas servis à l'école, on peut espérer une amélioration de l'état nutritionnel des enfants scolarisés. Plus important encore, est le fait qu'il n'est pas vain de supposer que des habitudes alimentaires correctes, prises à cette occasion, pourront se perpétuer. A cet égard, l'action menée vis-à-vis des jeunes filles ne pourra avoir que des conséquences bénéfiques.

*7 - LA SANTE*

Si l'on veut obtenir de bons résultats dans le domaine nutritionnel, il faut intensifier la lutte dans tous les autres secteurs sanitaires. Nous pensons particulièrement au développement de l'assainissement et à celui de la lutte contre les grandes endémies.

Quant à la malnutrition, selon les cas, elle fera l'objet de grandes campagnes de masse, ou de mesures plus localisées (quartiers pauvres des villes), voire ponctuelles ("centres de récupération"). Quoi qu'il en soit, il est primordial que les résultats acquis soient maintenus grâce à la collaboration des Services de santé de base.

Ces services sont, la plupart du temps, en nombre très restreint. Aussi, doivent-ils être multipliés, car ils ont un rôle prépondérant à jouer aussi bien en nutrition que dans tous les autres secteurs de la santé. Leur création nécessite un gros effort de formation d'infirmiers et de sages-femmes. Il est utile de donner à ces personnels quelques éléments théoriques et surtout pratiques qui sont la base d'une nutrition correcte, et qui pourront être facilement "enseignés" aux populations desservies.

*8 - LES AFFAIRES SOCIALES ET L'EMPLOI*

Mises à part les zones où l'autoconsommation est satisfaisante, l'amélioration de l'état nutritionnel passe par l'amélioration du niveau de vie, et, par conséquent, par la possibilité d'un travail rémunérateur. (Il s'agit là d'une condition nécessaire mais pas suffisante).

C'est pour celà que l'industrialisation paraît à certains constituer la solution au problème de la malnutrition. Peut-être ont-ils raison, mais ce qu'il y a de sûr, c'est que la modernisation de l'agriculture doit se faire parallèlement. Sinon, on assiste aux développements de masses ni industrielles ni agricoles, ni urbaines -réellement- ni rurales, attirées par le mirage des villes, en situation marginale, sanitaire et nutritionnelle précaire.

Pour que la majorité d'une population dispose de suffisamment de protéines, nous avons vu qu'il fallait que les disponibilités dépassent les besoins d'environ 20 %. Ce gaspillage pourrait être évité si les groupes les plus défavorisés faisaient l'objet de la part des services sociaux, de distributions systématiques gratuites.

Ce système serait avantageux, à l'échelle du pays, à la condition bien sûr, que ces groupes les plus pauvres ne constituent qu'une petite fraction de la population, par exemple, jusqu'à 10 %. Hélas, dans bien des pays, cette masse d'indigents est bien plus considérable, ce qui rend inimaginable une telle entreprise.

Ceci constitue une raison supplémentaire de chercher à élever le niveau économique général.

Il va de soi que le schéma que nous venons d'indiquer doit être adapté en fonction de la gravité du problème, des ressources de chaque pays et du génie particulier de chaque peuple.

Mais, quelles que soient les situations locales, dès que la pénurie de protéines constitue un problème de santé publique, il est toujours nécessaire que les responsables politiques prennent un ensemble de mesures coordonnées, planifiées.

La planification alimentaire étant intégrée dans le cadre plus vaste du Plan de développement général, on voit que la solution du problème des protéines passe par le développement économique et social de chaque pays. (Nous avons vu, aussi, qu'elle y contribuait).

Ainsi, quand on aborde de telles questions, il n'est pas possible de raisonner seulement en termes de "nutrition" ou de "biochimie", de "kwashiorkor" ou de "marasme".

Les médecins, surtout ceux de santé publique qui sont concernés par ces problèmes, mais aussi les économistes ou les spécialistes des productions alimentaires doivent cesser de rechercher des solutions, isolément, par le biais de leur spécialité.

La sommation de résultats partiels acquis çà et là ne permettra jamais d'obtenir de rapides progrès. Mais, par contre, leur collaboration organisée, comme celle qui existe au sein de la planification, peut être très fructueuse.

En outre, nous tenons à souligner ici la place nouvelle, le rôle nouveau, combien exhaltant, qu'auront à occuper ou à jouer les médecins confrontés à ces problèmes.

Ils ne dédaigneront pas ou ne méconnaîtront pas pour autant les aspects classiques du diagnostic et du traitement individuels, qui sont la base de leur métier, et qui leur seront utiles, longtemps encore, sur le terrain, mais ils iront plus loin.

Après avoir étudié, selon des règles précises, les situations données (leur état et leurs causes), ils proposeront avec les économistes et les producteurs, les solutions les moins coûteuses, les plus rentables, mais aussi, et dans ce domaine leur rôle est capital, les plus satisfaisantes sur les plans nutritionnel et psychologique.

Alors, on pourra escompter qu'avec l'effort des populations locales, des techniciens et des dirigeants, aidés par les Organismes Internationaux et les pays plus développés, "au grand banquet de la nature" tous les convives pourront prendre place.

C'est le devoir de tous d'oeuvrer à ce que cette espérance légitime devienne rapidement une réalité universelle.

---

# C O N C L U S I O N S

---

Parvenus au terme de notre travail, il nous semble utile de résumer en quelques mots ce qui est, ce qui est fait et ce qu'il nous semble souhaitable de faire quant à la situation nutritionnelle protéinique des pays du Tiers-Monde.

---

## A - *CE QUI EST.*

Grâce aux documents, aux données chiffrées qui nous ont été fournis par les Organismes Internationaux (principalement l'OMS et la FAO), nous avons dressé le tableau de la situation actuelle.

Cette situation comporte deux volets : celui des besoins et celui des disponibilités.

Quant aux besoins, nous distinguons les besoins individuels, (rappelons la nécessité qu'il y a de couvrir les besoins des groupes vulnérables, et tout particulièrement ceux des enfants d'âge préscolaire), et les besoins des populations.

Nous savons que le développement de celles-ci est tel que la population du globe aura doublé d'ici l'an 2000. Ceci constitue une préoccupation angoissante pour les responsables internationaux et nationaux, d'autant que cet accroîssement sera principalement le fait des populations en voie de développement, c'est-à-dire celles qui sont actuellement malnutries.

Quant aux disponibilités, elles sont assurées principalement par les sources classiques, surtout végétales, de protéines. Leur production n'a effectué, jusqu'ici, que de faibles progrès, si bien que dans les pays en voie de développement, la situation alimentaire ne s'est guère améliorée depuis la dernière guerre mondiale (stabilité du chiffre des disponibilités de protéines -toutes origines- par habitant).

Il résulte de cette insuffisance des disponibilités, face aux besoins, qu'actuellement et de façon schématique, un homme sur deux est malnutri, et un sur dix souffre de sous-nutrition.

## B - CE QUI EST ACTUELLEMENT FAIT.

Il y a d'abord une prise de conscience de plus en plus grande, une connaissance de plus en plus précise de cet état de fait. Le rôle des Organismes Internationaux est à cet égard primordial, car ils centralisent les renseignements, et sont seuls, de ce fait, à pouvoir préconiser des mesures générales dépassant le cadre étroit de chaque pays. Cette "hauteur de vue" permet une harmonisation des politiques des différents pays des plus bénéfiques.

Un certain nombre de ces solutions "globales" reçoivent déjà un début d'application.

Citons, par exemple, les progrès de la réforme agraire en Amérique latine, l'introduction des céréales nouvelles (au rendement pondéral et au rendement protéinique plus élevé) ...

Mais, il ne faut pas négliger non plus, les progrès effectués par chaque pays, progrès fonction de l'acuité du problème posé et des possibilités locales d'y remédier.

## C - CE QUE NOUS ESTIMONS SOUHAITABLE DE FAIRE.

Quant à ce que nous estimons souhaitable de faire, s'il n'est pas possible pour nous d'indiquer "la solution" (qui n'existe d'ailleurs pas), qu'on nous permette d'évoquer certains points qui nous semblent réalisables , non utopiques, et qui pourraient contribuer à améliorer la situation présente.

Nous préconisons *cinq mesures* de portée générale :

*1 - PLANIFICATION ALIMENTAIRE ET PLANIFICATION DE L'AIDE INTERNATIONALE.*

Dans chaque pays, la planification alimentaire (dont nous avons souligné l'importance dans le chapitre précédent), doit s'intégrer dans le Plan général de développement.

Pour les petits pays appartenant à une même Région, il serait souhaitable qu'une certaine coordination existât afin qu'il y ait une harmonisation de ces plans.

De plus, l'assistance internationale, devrait être connue, et assurée, plusieurs années à l'avance (par exemple, pour la durée du Plan), ce qui permettrait de l'intégrer avec profit à celui-ci. Les productions des pays en voie de développement devraient, en outre, recevoir des rémunérations plus équitables sur le marché mondial.

*2 - DEVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT.*

Nous croyons que l'accent doit être mis, actuellement, sur la formation des cadres moyens et petits qui font si défaut dans les pays du Tiers-Monde, principalement en matière de santé et en matière d'agriculture.

Les pays développés apporteront à cet égard leur assistance technique, à l'instar de ce que fait déjà, à Paris, par exemple, le Centre International de l'Enfance.

Conjointement l'éducation alimentaire doit être donnée dès l'école élémentaire et celà prouve une fois encore que les problèmes nutritionnels sont associés à la lutte contre l'analphabétisation. Bien entendu une telle mesure ne peut porter ses fruits que dans une dizaine d'années.

*3 - DEVELOPPEMENT, DANS UN PREMIER TEMPS DANS LES PAYS RICHES, DES RESSOURCES PROTEINIQUES D'ORIGINES NOUVELLES.*

Car, seuls, les pays riches peuvent faire les frais indispensables de recherches et de lancement des productions industrielles. En outre, cette mesure permettrait de diminuer notablement les "fuites" de protéines des pays du Tiers-Monde vers les pays riches.

*4 - DEVELOPPEMENT D'INDUSTRIES DE MACHINISME AGRICOLE OU DE PRODUCTIONS D'ENGRAIS (A L'INTERIEUR DE PAYS OU D'ENSEMBLES DE PAYS).*

Cette mesure a pour avantage d'économiser des devises, d'assurer des emplois industriels, et de généraliser, avec profit, la culture des nouvelles céréales à haut rendement.

*5 - GENERALISATION DE LA FABRICATION DANS CHAQUE PAYS (OU DANS CHAQUE REGION) DE MELANGES RICHES EN PROTEINES.*

Ces mélanges sont fabriqués avec les ressources locales et doivent être conçus en vue de remédier aux lacunes principales des régimes moyens consommés localement.

Ces produits doivent être commercialisés (avec profit) d'une part, et doivent aussi, d'autre part, faire l'objet de distributions gratuites, par l'Etat, auprès des groupes vulnérables (enfants).

---

Bien d'autres mesures peuvent être recommandées. Nous pensons que les cinq énumérées ci-dessus pourraient porter des fruits appréciables d'une façon rapide.

Quelles que soient les mesures retenues, il est sûr que la réalisation des objectifs, même ceux qui sont les plus modestes, nécessitera une assistance technique internationale à l'égard des pays les plus pauvres, si l'on désire que, d'ici, par exemple, la fin du siècle, et malgré l'accroîssement important de la population qui est prévu, le problème des protéines alimentaires ne soit plus aussi angoissant qu'actuellement.

---

# SERMENT

En présence des maîtres de cette École, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins je les instruirai et les soignerai sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

*Vu,*
*Le Président de l'Université de Bordeaux II :*
*H. BRICAUD*

*Bon à imprimer,*
*Le Président de Thèse :*
*F.J. TRAISSAC*

*Vu et permis d'imprimer,*
*Bordeaux, le 20 Juin 1972*
*Le Chancelier des Universités :*
*J. BABIN*

# B I B L I O G R A P H I E

1. ABRAHAM J., BARATOU F., ROBIN P., JACQUOT R. avec la collaboration technique de M. A. de SAINTAURIN CNRS, 92 Bellevue.
Etude de la composition et de la valeur nutritive du maïs Opaque 2 et du tourteau de tournesol.
Ann. Nutr. Alim., 1970, 24, 51-91.

2. ADRIAN J. - La réaction de Maillard - IV. Etude du comportement de quelques acides aminés au cours du grillage d'aliments protéiques.
Ann. Nutr. Alim., 1967, 21, N° 3, 129-147.

3. ANDERFELT L. - The role and possibilities of the food industry in influencing dietary habits.
Symposium (7th) of the Swedish Nutrition Foundation : Nutrition in preschool and school age. Tysöland, 1968.
Uppsala, Almquist & Wiksells, 1969, 107-112.

4. AUTRET M. - Prévention du kwashiorkor.
FAO, 1959/2/803, 12 pages.

5. AUTRET M. - L'alimentation de l'enfant d'âge préscolaire. Nécessité de nouvelles voies d'accès et urgence d'un programme de masse.
Centre International de l'Enfance, Paris, 1964, 14, N° 2, 12 pages.

6. AUTRET M. - Les problèmes alimentaires de l'enfance dans les pays en voie de développement.
Extrait de "Atti del V Convegno internazionale sugli aspetti dietetici dell'infanzia e della senescenza".

Sezione pediatrica.
Rimini, 24-25 Settembre 1966.
Societa editrice Universo, via G. B. Morgagni, I, Roma, p. 9-42.

7. AUTRET M. - Les farines de poisson dans l'alimentation humaine.
Maroc Médical. "Problème de la nutrition et de l'alimentation humaines".
Casablanca, 1967, 47, N° 508, p. 779 et suiv.

8. AUTRET M., PERISSE J., SIZARET F., CRESTA M. - Valeur protéique de différents types alimentaires dans le monde : leur aptitude à la supplémentation.
FAO, Extrait du Bulletin de Nutrition, 1968, 6, N° 4, 29 pages.

9. AUTRET M., PERISSE J. - Le plan indicatif mondial pour le développement de l'agriculture.
FAO, Bulletin de Nutrition, 1970, 8, N° 2, 9-17.

10. AUTRET M. - Programme de travail de la Division de la Nutrition.
Conception et orientation générales.
FAO, Bulletin de Nutrition, 1970, 8, N° 2, 54-60.

11. BEHAR M. - The story of Incaparina.
Utilization of available sources of vegetable protein for human feeding (INCAP Publication I-280).
Journal of the American Medical Women's Association, 1963, 18, N° 5, 384-388.

12. BENGOA J. M. - Nutrition Rehabilitation Centres.
The Journal of tropical Pediatrics, 1967, 13, 169-176.

13. BENGOA J. M. - Recent trends in Public health Nutrition, Protein-calorie Malnutrition.
WHO. Eighth International Congress of Nutrition, Prague, 1969, 22 pages.

14. BOUR H. - Les principaux problèmes nutritionnels à l'échelle mondiale.
Conférence 1970, 17 pages.

Problème de la Nutrition dans le Tiers-Monde et incidences socioéconomiques, 1971.
Centre de formation des experts de la coopération technique internationale.
Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris.

15. BOUTHOUL G. - La surpopulation.
Petite Bibliothèque Payot, N° 61, 1964, 250 pages.

16. BRADFIELD R. B., JELLIFFE E. F. P. - Early assessment of malnutrition.
Nature, London, 1970, 225, N° 5229, 283-284.

17. BROWN L. R. - Nourrir un monde surpeuplé.
Coll. Techniques Américaines, N° 94.
"Une étude sur la production alimentaire et la croissance démographique mondiales".
Centre régional d'éditions techniques, 1968, 166 pages.
(traduit de : Man, land and food looking ahead at world food needs).

18. Centre International de l'enfance. de MAEYER E. M. (cf aussi 31) - Le programme international des aliments riches en protéines.
CIE, Paris, Le Courrier, 1966, 16, 5, 413-420.

19. CEPEDE M. - La science contre la faim.
Coll. "La science vivante".
PUF, Paris, 1970, 135 pages.

20. CEPEDE M., GOUNELLE H. - La faim.
Coll. "Que sais-je ?", N° 719.
PUF, Paris, 1967, 128 pages.

21. CEPEDE M., LENGELLE M. - L'économie de l'alimentation.
Coll. "Que sais-je ?", N° 639.
PUF, Paris, 1964, 127 pages.

22. CHAN H., WATERLOW J. C. - The protein requirement of infants at the age of about one year.
OMS, Bulletin, Genève, 1965, 33, N° 6, 881-882.

23. CLEMENT G. - Une algue à haute teneur en protéines.
Science-progrès-découverte, 1970, N° 3423, 39-46.

24. COGNARD J. - Sources nouvelles de protéines dans l'alimentation humaine.
IXème Symposium International, Amsterdam, 25-29 novembre 1968.
Cah. Nut. Diet., 1969, 4, 2, 55.

25. Comité mixte FAO/OMS d'experts de la nutrition.
7ème Rapport (OMS, Sce Rapp. techn. 377, 24).
La nutrition pendant l'adolescence.
Chronique OMS, Genève, 1968, 22, 8, 393.

26. CREPEY J. R. - La pêche et les moyens modernes de conservation des produits marins.
Ann. hyg. L. Fr. - Méd. et Nut. - 1970, 6, N° 2, 21-32.

27. de CASTRO J., ROULLET O. - La faim, problème universel.
"Les grandes enquêtes".
Ed. Bordas, Sept.-Oct., 1961, N° 2.

28. de GARINE I. - Aspects socioculturels des comportements alimentaires. Essai de classification des interdits alimentaires.
Maroc Médical. "Problèmes de la nutrition et de l'alimentation humaines".
Casablanca, 1967, 47, N° 508, p. 764 et suiv.

29. DELAYE T. J. - La pêche industrielle Ivoirienne et ses perspectives.
La Revue maritime, 1969, N° 263, 330-345.

30. de MAEYER E. M. - The contribution of WHO to the international protein-rich foods programme.
Overdruk uit Voeding - jaargang 30, N° 3, 15 maart 1969.

31. de MAEYER E. M. - Ressources alimentaires et protéines d'origine nouvelle.
OMS. Chronique, Genève, 1968, 22, N° 6, 248-259.

32. DUMONT R., ROSIER B. - Nous allons à la famine.
Coll. Esprit. "Frontière Ouverte".
Ed. du Seuil, Paris, 1966, 280 pages.

33. DUPIN H. - Les enquêtes nutritionnelles effectuées dans les pays en voie de développement : intérêt, difficultés, limites.
Rev. hyg. et Méd. soc., 1969, t. 17, N° 3, 223-238.

34. DUPIN H. (propos recueillis par M. VIGY) - Les sources nouvelles de protéines. Mangerons-nous demain du bifteck de pétrole ?
Concours Médical, 13.12.1969, 91-50, 9333-9339.

35. DUPIN H. - Expériences d'éducation sanitaire et nutritionnelle en Afrique.
Etudes "Tiers-Monde", PUF, Paris, 1965, 118 pages.

36. FAO - Food and Agriculture Organization (FINN D. R.) Le poisson, aliment de l'avenir.
Coll. FAO. L'alimentation mondiale, cahier N° 3, Rome, 1961, 48 pages.

37. FAO - Man and hunger.
Coll. FAO. World food problems, N° 2, (second printing), Rome, 1962, 59 pages.

38. FAO - Les protéines : noeud du problème alimentaire mondial.
Coll. FAO. L'alimentation mondiale, cahier N° 5, Rome, 1964, 69 pages.

39. FAO - L'économie mondiale de la viande.
Coll. FAO. Monographies de produits, N° 40, Rome, 1965, 161 pages.

40. FAO - Agriculture et industrialisation.
Coll. FAO. Campagne mondiale contre la faim. Etude de base N° 17, Rome, 1967, 145 pages.

41. FAO - Grain de riz, grain de vie.
Coll. FAO. L'alimentation mondiale, cahier N° 6, Rome, 1966, 103 pages.

42. FAO (GULLAND J. A., CARROZ J. E.) - La situation de la pêche dans le monde.
Coll. FAO. L'alimentation mondiale, cachier N° 7, Rome, 1968, 56 pages.

43. FAO - La consommation, les perspectives nutritionnelles et les politiques alimentaires.
Chapitre XIII, extrait du vol. N° 2 du Plan Indicatif Mondial provisoire pour le développement de l'agriculture.
NU.Misc/69/32, 15 déc. 1969, 544-578.

44. FAO - Une stratégie de l'abondance.
Plan Indicatif Mondial pour le développement agricole.
Coll. FAO. L'alimentation mondiale, cahier N° 11, Rome, 1970, 63 pages.

45. FAO - Amélioration des niveaux de vie et des régimes alimentaires.
2ème Congrès Mondial de l'alimentation, Commission II, fév. 1970, 18 pages.

46. FAO (LOFTAS T.) - Vies en péril, les protéines et l'enfant.
FAO, Groupe consultatif des protéines, Rome , 1970, 52 pages.

47. FAO (Mc ROBERTS M. R.) - Pour ou contre la faim.
FAO, Bulletin de Nutrition, Rome, 1970, 8, 3, 1-6.

48. FAO (RAO, K.K.P.N.) - Le manioc dans l'alimentation humaine.
FAO, Bulletin de Nutrition, Rome, 1970, 8, 3, 33-34.

49. FAO (HERZ O., KOUTHON G., LUNVEN P. & WILKIE N. A.) - Le groupe de la promotion des aliments riches en protéines : son action présente et future.
FAO, Bulletin de Nutrition, Rome, 1970, 8, 4, 1-5.

50. FERRANDO R. - Les protéines extraites des herbes et des feuilles.
Ann. Nutr. Alim., 1970, 24, 145-166.

51. FOFANA I. B. - Contribution à la recherche d'aliments riches en protéines à partir de quelques légumineuses tropicales.
Thèse, Fac. Sciences, Bordeaux, 1964, 76 pages.

52. FRANÇOIS P. J. - Mesure d'une projection des revenus sur la structure protéique de la ration. (Exemple d'un pays à riz à bas revenus). Extrait Bulletin de Nutrition de la FAO, Rome, 1969, 7, N° 4, 15 pages.

53. GOPALAN C. - Observations on some epidemiological factors and biochemical features of protein-calorie malnutrition. Protein-calorie malnutrition. A Nestlé Foundation Symposium, 1968. Ed. A. von Muralt. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 1969, 77-85.

54. Groupe mixte d'experts FAO/OMS - Besoins en protéines. Rapport d'un groupe mixte d'experts FAO/OMS. Réunions de la FAO sur la Nutrition, Rapport N° 37, FAO, Rome, 1965, 77 pages.

55. GUERNIER M. - La dernière chance du Tiers-Monde. "Le monde qui se fait". Ed. Robert Laffont, 1968, 340 pages.

56. HORWITZ A. - El crecimiento demográfico en relación con la producción alimentaria, la subalimentación y la desnutrición infantil en América. Boletin del instituto interamericano del niño. Montevideo, 1968, 42, N° 116, 544-553.

57. HOSSENLOPP J. - Le défi des aliments synthétiques et succédanés. Revue économique de l'alimentation, Paris, 1970, N° 7, 30-33.

58. JELLIFFE D. B. - L'alimentation du nourrisson dans les régions tropicales et subtropicales. OMS, série de monographies, N° 29, 2ème édition, Genève, 1970, 367 pages.

59. KOURY S. D., HODGES R. E. - Soybean proteins for human diets ? Journal of the american dietetic association, Chicago, 1968, 52, 6, 480-484.

60. Mc LAREN D. S. - Problèmes de malnutrition au Proche et Moyen Orient.

Journées médicales du Proche et du Moyen Orient. 26 mai 1964.
"Malnutrition"
Revue médicale du Moyen Orient, Beyrouth, 1965, 22, N° 2 et 3, p. 112.

61. MALOY G. M. O. - African game animals as a source of protein.
Nutrition abstracts and reviews, Aberdeen, 1965, 35, N° 4, 903-908.

62. Médecine Mondiale.
Les protéines artificielles contre la faim dans le monde.
Médecine Mondiale, 1970, N° 52, 58-60.

63. MILLER D. S. - Protein requirements.
Meeting, January 10-1967, "Protein metabolism"
Proceedings of the Royal Society of Medicine. 1967, 60, 11, part I, 1066-1068.

64. MORICHAU-BEAUCHANT J. - La santé dans le monde.
Coll. "Que sais-je ?", N° 782, PUF, Paris, 1958, 126 pages.

65. MOSSE J. - Les protéines des céréales.
Progrès en chimie agricole et alimentaire, tiré à part,
Hermann éditeurs, 47-81.

66. Nations Unies (Rapport du Comité Consultatif au Conseil économique et social sur l'application de la science et de la technique au développement) -
Action internationale pour écarter la menace d'une crise des protéines.
Nations Unies, New-York, 1968, 117 pages.

67. NIZARD A. - Le Japon vingt ans après la loi eugénique.
Population, 25ème année, 1970, N° 6, p. 1236 et suiv.

68. OMM - Organisation Météorologique Mondiale - (MATHEWS G.) - Les récoltes du ciel.
OMM, N° 220, TP 117, Genève, 1967, 48 pages.

69. OMS - Organisation mondiale de la Santé -
Les services de nutrition en Algérie.
Chron. OMS, 1969, 23, 6, p. 300.

70. OMS - Nourrir ceux qui ont faim.
Chron. OMS, 1969, 23, 8, 395-396.

71. OMS - Le déficit en protéines.
Chron. OMS, 1970, 24, 2, 75-78.

72. PAWLEY W. H. - Possibilités d'accroître la production alimentaire mondiale.
Coll. FAO. Campagne mondiale contre la faim.
Etude de base N° 10, Rome, 1963, 261 pages.

73. PERES J. M. - L'avenir de l'aquiculture marine.
Science et vie, 1963, N° hors série 86, 100-111.

74. PERISSE J., SIZARET F. & FRANÇOIS P. - Effet du revenu sur la structure de la ration alimentaire.
Extrait du Bulletin de Nutrition de la FAO, Rome, 1969, 7, N° 3, 10 pages.

75. PEYRET H. - La lutte pour les denrées vitales.
Coll. "Que sais-je ?", N° 80, PUF, Paris, 1953, 136 pages.

76. PIRIE N. W. - World protein supplies.
Meeting January 10-1967. "Protein metabolism"
Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1967, 60, 11, part I, 1065-1066.

77. PIRIE N. W. - Orthodox and unorthodox methods of meeting world food needs.
Scientific American, 1967, 216, N° 2, 27-35.

78. PLATT B. S. - The protein-calorie deficiency.
Lancet, July 30, 1966, 283-284.

79. PYKE M. - L'homme et ses aliments.
L'univers des connaissances. Hachette, Paris, 1970.

80. QUID 1970.

81. RAOULT A. - Une solution au problème du sevrage : la Superamine Algérienne.

Extrait des carnets de l'enfance N° 11. Janvier 1970, 139-168.
Fonds des Nations Unies pour l'enfance.

82. Science et Avenir (TAILLEFER F.) - Contre le soja : la guerre mondiale des protéines.
Science et avenir, 1970, N° 279, 492-499.

83. Science et Vie, 1970, N° 636, 123-124.

84. SCRIMSHAW N. S., BEHAR M. - Malnutrition in underdeveloped countries.
New England Journal of Medicine, Boston, 1965, 272, N° 3, 137-144.

85. SCRIMSHAW N. S. - Nature of protein requirements. Ways they can be met in tomorrow's world.
Journal of the American dietetic association, Chicago, 1969, 54, N° 2, 94-102.

86. SCRIMSHAW N. S. - Synergism of malnutrition and infection. Evidence from field studies in Guatemala.
JAMA, Chicago, 1970, 212, N° 10, 1685-1692.

87. SJOLIN S. - Food consumption surveys in children and adolescents.
Symposia of the Swedish Nutrition Foundation, VII, "Nutrition in preschool and school age", Tysöland 1968.
Uppsala, Almquist & Wiksells, 1969, 68-77.

88. TRAISSAC F. J., PACCALIN J. - La valeur nutritionnelle du poisson.
Ann. hyg. L. Fr. - Méd. et Nutr., 1970, t. 6, N° 2, 47-54.

89. TOURY J., GIORGI R., FAVIER J. C., SAVINA J. F. - Aliments de l'Ouest Africain. Tables de composition.
Ann. Nutr. et Alim., 1967, 21, N° 2, 73-127.

90. UNESCO - Utilisation et conservation de la biosphère. Recherches sur les ressources naturelles, X, Publication, Paris, 1970, 305 pages.

91. VAN VEEN A. G. - Protein rich foods for treatment and prevention of protein malnutrition in developing countries.
New-York State Journal of Medicine, New-York, 1964, 64, N° 5, 651-656.

92. WARE C. F., PANNIKAR K. M. & ROMEIN J. M. - Histoire du développement culturel et scientifique de l'humanité.
UNESCO, R. Laffont, Ed., 1966, 6, tome I.

93. WATERLOW J. C. - Observations on the mechanism of adaptation to low protein intakes.
Lancet, London, 1968, 2, N° 7578, 1091-1097.

94. WHEATLEY G. M. et al . - Malnutrition in the world's children.
American Academy of Pediatrics. Committee on international child health.
Pediatrics, Springfield, 1969, 43, N° 1, 131-133.

95. WOODHAM A. A. (texte rédigé par M. BOUSQUET) - Les protéines vertes.
Concours Médical, 1970, 92-15, 3352-3354.

96. YUDKIN J. - Psychological and social aspects of dietary habits.
Symposia of the Swedish Nutrition Foundation, VII, "Nutrition in preschool and school age". Tysöland, 1968.
Uppsala, Almquist & Wiksells, 1969, 99-106.

---

# COMPLEMENT BIBLIOGRAPHIQUE

## REMARQUE PRELIMINAIRE

La bibliographie que nous donnons ci-dessous ne se prétend pas exhaustive. Il s'agit simplement d'une liste d'ouvrages, récents pour la plupart, qui nous ont servi pour la réalisation de notre travail.

Sauf exceptions, nous n'avons retenu que des publications parues depuis 1965, et qui se rapportent au vaste problème de santé publique que constitue la malnutrition protéique dans les pays du Tiers-Monde. Nous avons écarté, dans la mesure du possible, les documents traitant des aspects clinique, biochimique, physiologique, thérapeutique, ainsi que ceux ayant une "assise géographique trop restreinte".

Par contre, nous nous sommes efforcés de regrouper les travaux qui contribuent à la prévention, plus ou moins directement, ou de façon plus ou moins immédiate, de cette préoccupation majeure de l'humanité.

Nous nous permettons de signaler trois sources, où l'on pourra trouver de riches bibliographies (pour les deux premières), et une série de documents intéressants (pour la troisième) :

. JELLIFFE D. B., cf. référence N° 58 de notre bibliographie,
. RITCHIE J. A. S., "Etudions la nutrition. Méthodes d'éducation du public".
FAO - Etudes de nutrition, Rome, 1968, N° 20.
. Bulletin de Nutrition, FAO, Rome, 1971, 9, N° 4, 67-71 : "Notes et articles parus dans la période 1968-1971".

*Note. Nous avons classé l'"Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture" à la rubrique "FAO", et les noms propres possédant la particule "de" à "D..".*

ABBOTT J. C. - World protein resources.
Gould, R. F., éd. : Advances in chemistry, séries 57, Washington, DC, Amer. Chem. Soc., 1966, p. 3.

ACKERNECHT E. H. - History and geography of the most important diseases.
(Préface G. ROSEN).
New-York, London, Hafner, 1965.

ADRIAN J., FRANGNE R. - Répercussions nutritionnelles des produits solubles formés au cours de la réaction de Maillard.
Ann. Nut. et Alim., 1966, 20, N° 3, 257-277.

ALBERTINI J. M. - Famine, contrôle des naissances et responsabilités internationales.
Economie et Humanisme, nov.-déc. 1966.

ALTSCHUL A. M. - Proteins : their chemistry and politics
New-York, Basic books, 1965.

ALTSCHUL A. M. - The agricultural, scientific and economic basis for low-cost protein foods.
Proceedings of the International Conference on single-cell protein, oct. 1967, Boston, MIT, 1968.

AUJOULAT L. P. - INSTITUT INTERNATIONAL D'ADMINISTRATION PUBLIQUE, Paris.
Santé et Développement en Afrique.
Paris, A. Colin, 1969, 288 p.

AUTRET M., BEHAR M. - Le syndrome de polycarence de l'enfance en Amérique Centrale (Kwashiorkor).
Bull. OMS, 1954, 11, N° 6.

AUTRET M., HORINE E. F. (1966) - Some observations on problems of planning and evaluation in programs for the control of malnutrition in the preschool child.
Proceedings of the Conference on the prevention of malnutrition in the preschool child.
National Academy of Sciences, Washington, DC, déc. 1964.

AUTRET M. - Nutrition appliquée.
Conférence de Rehovoth sur les problèmes de la santé dans les pays en voie de développement, Israel, 15-23 août 1967.
Université hébraïque, Jérusalem, 9 pages.

AYKROYD W. R. -Mortality in infancy and early childhood and its relation to malnutrition.
Turkish journal of pediatrics.
Ankara, 1968, 10, N° 2/3, 50-57.

BALLESTER D. et al . - Protein rich mixtures for human consumption based on fish flour, sunflower, presscake meal, dried skim milk and wheat flour.
British journal of nutrition, London, 1968, 22, N° 2, 255-259.

BARLA MOUKOKO, Louis Thomas - De l'intérêt des protéines pétrolières dans le traitement et la prévention du Kwashiorkor.
41-XII p.
Thèse-Paris-Faculté de médecine-1963.

BEAS F., F. - Adaptacion metabolica en niños desnutridos.
REVISTA CHILENA DE PEDIATRIA, Santiago de Chile 1970, 41, N° 4, 277-290.

BELKACEM Hadj-Lakehal - Les carences protidiques du jeune enfant en Algérie. Intérêt d'un aliment de sevrage lacté riche en protéines : la superamine.
106-V p.
Thèse, Alger, Faculté de Médecine et de Pharmacie, 1968-1969.

BENGOA J. M. (1966) - The prevention of malnutrition in young children.
Proceedings of the Western Hemisphere Nutrition Congress.
Chicago, 1965, p. 36.

BENGOA J. M. - Priorities in public health nutrition problems.
Proceedings of the 7th international congress of nutrition (vol. 1-5), Hamburg, 1966.

BENGOA J. M. - Malnutrition and infectious diseases.
The "surviving child".
Second International Conference on global impacts of applied microbiology.
Addis Ababa, 6-11 nov. 1967.
WHO/NUTR/69. 128, 18 pages.

BENGOA J. M. - Nutrition rehabilitation centres.
INTERNATIONAL JOURNAL OF EARLY CHILDHOOD, Oslo 1970, 2, N° 1, 28-37.

BENNET F. J., SCHNEIDEMAN I. - Rehabilitation of children with protein-calorie malnutrition.
Rehabilitation, London, 1969, N° 69, 21-33.

BERG A. D. - Malnutrition and national development.
Journal of tropical pediatrics. London, 1968, 14, N° 3, 116-123.

BIROLAUD P. - Les levures alimentaires, sources de protéines.
Communication présentée au IXème Symposium CIIA, Amsterdam, nov. 1968.

BLANC J. - Grenoble - Institut de recherches et de Planification (I.R.E.P.) -
Nutrition et Développement. Réflexions sur les aspects économiques de l'alimentation en Afrique de l'Ouest.
Grenoble, I.R.E.P., 1969, 500, XII p.

BLARDONE G. - Pas de fatalité en matière de sous-développement.
Afrique Documents, Dakar, 1968, N° 97, 69-76.

BLARDONE G. - Perspectives alimentaires mondiales 1975-1985.
Croissance des Jeunes Nations, Paris, 1968, N° 82, 19-26.

BOERMA A. H. - Le programme alimentaire mondial et l'UNESCO.
UNESCO, Chronique, Paris, 1964, 10, N° 8-9, 288-290.

BORGSTRÖM G. A. - Fish as food.
3 vol. Academic Press, Londres et New York, 1962.

BOSLEY B., HUENEMANN R. L. - What can we learn from latin America ?
I - Nutritional problems and educational programs in latin America,
2 - Preparing nutritionist-dieteticians for integrated health services.
Journal of the American dietetic association, Chicago, 1968, 53, N° 2, 99-108.

BOURGES-RODRIGUEZ H. - Heavy dynamic work and protein requirements in man.
Ph. D. thesis, Dept. of nutrition & food science, MIT, 1968.

BRESSANI R. - The protein quality of Opaque-2 maize in children.
Proc. High Lysine Corn Conference, Washington, DC : Corn Industries Research Foundation, 1966.

BROWN R. E. - Medical problems of the developing countries; how can large numbers of ill, malnourished patients be treated with limited staff, drugs and finances ?
Science, Washington, 1966, 153, N° 3733, 271-275.

BRYANT John - Health and the developing world.
Foreword (by) John M. Weir.
Ithaca and London, Cornell University Press, (c. 1969), XX-345 p.

BUFFA A. - Technologie de l'alimentation et développement.
Fise - Carnets de l'Enfance - Assignment Children, Paris, 1971, N° 14, 56-71.

BUJARD E. et MAURON J. - Problèmes nutritionnels que pose la lutte contre la malnutrition protéique dans les pays en voie de développement.
4 - La teneur en acides aminés de la noix du para Bertholletia excelsa. (Humb. et Bonpl.). Une source intéressante de méthionine pour le Nord-Est du Brésil.
Annales de la nutrition et de l'alimentation, Paris, 1963, 17, N° 2, 73-80.

BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL. - La pauvreté et les niveaux de vie minima.
Rôle de l'OIT.
Rapport du directeur général à la conférence internationale du travail, 54ème session, Genève, 1970, partie I.
Bureau International du travail, Genève, 1970, 129 pages.

BURTON B. T. - OMS - WHO - Oficina Sanitaria Panamericana.
Nutricion humana. Un tratado completo sobre nutricion en la salud y la enfermedad.
Washington, O.M.S., 1966, 615 p.

CANDAU M. G. - La nutricion y la salud humana.
Boletin de higiene y epidemiologia,
La Habana, 1965, 3, N° 2, 5-17

CENTRE INTERNATIONAL DE L'ENFANCE, Paris - Colloques de Téhéran : l'alimentation et la nutrition de l'enfant. 10-14 avril 1965.
La prévention de l'inadaptation sociale et de la délinquance juvénile. 18-22 avril 1965.
Courrier - Centre International de l'Enfance, Paris, 1966, 16, N° 3, 217-224.

CENTRE INTERNATIONAL DE L'ENFANCE, Paris et CONGO-KINSHASA - SANTE PUBLIQUE (Ministère) -
Colloque : la nutrition et la santé de l'enfant en Afrique. Kinshasa, Université Lovanium, du 7 au 16 décembre 1967.
Avec la collab. de l'O.M.S., de la F. A.O. et du F.I.S.E.-U.N.I.C.E.F.
Paris, C.I.E., 1968, 258-11 p.

CEPEDE M. - Freins et blocages alimentaires au développement.
N° spécial : "blocages et freinages de la croissance et du développement".
Tiers-Monde, Paris, 1967-8, N° 29, 15-27.

CHASE H. P. et MARTIN H. P. - Undernutrition and child development.
New England Journal of Medicine, Boston 1970, 282, N° 17, 933-939.

CHAUDHURI K. C. - Ecology and public health aspects of nutritional disorders.
Indian Journal of Pediatrics, Calcutta, 1969, 36, N° 263, 469-472.

CLARK H. E. - Opaque-2 corn as a source of protein for adult human subjects.
Proc. high lysine Corn Conference, Washington, DC, Corn industries research Foundation, 1966, p. 40.

COFFEY J. D. - World food supply and population explosion.
Journal of the American Dietetic Association, Chicago, 1968, 52, N° 1, 43-48.

COLES J. - Colombie - NATIONAL INSTITUTE OF NUTRITION.
Conference : Practical guide to combating malnutrition in the preschool child.
Nutritional rehabilitation through maternal education.
Bogota, Colombia, March 17-21, 1969.
Sponsored by Research Corporation.
Report New-York, Appleton-Century-Crofts, (c. 1970) 74 p.

CONGRESS OF NUTRITION (7th international) - The administrative aspects of programmes to protect the preschool child.
Report of a Conference, Hamburg, 31 July-2 August 1966, 19 pages.

COPPING A. M. - Planning nutrition education in developing countries.
Journal of the American dietetic association, Chicago, 1968, 53, N° 2, 127-129.

CRAVIOTO J. et al. - Mental performance of school children who suffered malnutrition in early age.
cf. Symposia of the swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 85-91.

CRAVIOTO J. - La labor de los organismos internacionales en el campo de la nutricion y la alimentacion en latino America.
Boletin de la Oficina sanitaria panamericana, Washington, 1969, 66, N° 1, 27-36.

CRESTA M. - Méthode nouvelle d'estimation de la consommation alimentaire par classe d'âge des données familiales globales.
FAO, Bull. Nutr., 1970, 8, N° 2, 41-53.

CREWS E. L. et al. - Weight, food intake, and body composition : effects of exercise and of protein deficiency.
American Journal of Physiology, Washington, 1969, 216, N° 2, 359-363.

CROSNIER Jacques - Aliments tropicaux et besoins nutritionnels. Besoins nutritionnels et aliments de la ration dans les pays en voie de développement des régions tropicales et subtropicales.
1965, 98-4 p.

DANDEKAR V. M. - La demande de denrées alimentaires et les conditions régissant l'aide alimentaire pendant la période de développement.
FAO, Programme alimentaire mondial,
Etude N° 1, Rome 1965, 87 pages.

DEAN R. F. A. - Kwashiorkor.
Gairdner D. ed.
Recent advances in pediatrics, 3rd ed., 1965,
London, Churchill, 234 pages.

de CASTRO J. - Géopolitique de la faim.
Nouv. ed. rev. et augm. Préf. de l'ed. française de Max SORRE.
Préf. des ed. américaine et angl. de Pearl BUCK et Lord John Boyd Orr.
Paris, Ed. Ouvriéres, 1971, 484 p.

de SILVA C. C. et BAPTIST N. G. - Tropical nutritional disorders of infants and children.
Foreword (by) I. Newton Kugel mass. Springfield,
C. C. Thomas, (c. 1969) XIV-226 p.

de WIJN J. F. - Nutritional health in the adolescent period.
Nutritio et Dieta, Basel, 1967, 9, N° 1, 1-20.

DONOSO Y. G., MÖNCKEBERG B. F. - Desnutricion infantil. Consideraciones generales y epidemiologia.
Revista Chilena de pediatrica, Santiago, 1965,
36, N° 5, 301-311.

DOWNS E. F. (1966) - Methods of selecting preschool children for nutrition programs.
Proc. of the Conference on the prevention of malnutrition in the preschool child.
National Academy of Sciences,
Washington, DC, déc. 1964.

DUBOIS-MANNE - Quelques problèmes de la pédiatrie. Les différents aspects de la faim partielle.
Enfant, Bruxelles 1967, N° 3, 189-207
1967, N° 4, 269-293.

DUCKWORTH J., WOODHAM A. A. - Leaf protein concentrates.
J. Scient. Food Agricult., 1961, 12, 5.

DUPIN H. - Etude des carences protidiques observées chez l'enfant en pays tropical (Kwashiorkor).
Paris, Arnette, 1958, 171 pages.
Thèse Univ., Paris, Sciences, 1958, N° 845.

DUPIN H. et al. - Etude des aliments de l'Ouest africain, envisagés sous l'angle de l'apport en protéines.
Annales de la nutrition et de l'alimentation,
Paris, 1963, 17, N° 3, 139-163.

DUPIN H. - Prévention des carences protidiques.
Afrique Médicale, Dakar, 1965, 4, N° 27, 81-83.

DUPIN H. et MARTINEAUD M. - Introduction à l'étude des aliments tropicaux.
Afrique Médicale, Dakar, 1966, 5, N° 41, 373-378.

DUPIN H. - L'alimentation, l'état de nutrition et les tendances actuelles de consommation alimentaire en Afrique inter-tropicale.
Développement et Civilisations, Paris, 1968, N° 35, 21-30.

DUPIN Henri - Les enquêtes nutritionnelles. Méthodes et interpétation des résultats. (A propos des enquêtes faites en Afrique).
Préf. de R. JACQUOT.
Paris, C.N.R.S., 1969.
145 p. (Monographies des Annales de la Nutrition et de l'Alimentation).

DUPIN H. - Les besoins nutritionnels. Signification des standards nutritionnels.

Les malnutritions par carence en protides chez les jeunes enfants dans les pays en voie de développement, et les solutions envisagées pour assurer leur prévention.
Conférences 1969-1970.
Centre de formation des experts de la coopération technique internationale.
Fond. Nat. Sces Pol., Paris, 1971.

DU PLESSIS J. P. et de LANGE D. J. - Biochemical investigation of the nutrition status of urban school children aged 12-15 years : Protein status.
South African Medical Journal, Cape Town, 1966, 40, N° 22, 509-514.

EEG-LARSEN N. - Dietary programmes in school feeding.
cf. Symposia of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 131-136.

FANCONI G. - Has malnutrition only bad consequences ? What is the definition of health ?
cf. Symposium of the Nestlé Foundation : Protein-calorie malnutrition, p. 57-62 (référence à : von MURALT).

FANGET-JEANSON Evelyne - Utilisation des ressources de la mer et rôle de la F.A.O. (Problèmes d'hygiène et de nutrition.).
98 p. Thèse - Paris - Faculté de Médecine - 1970 - N° 836.

FAO - Six milliards de bouches à nourrir.
Coll. FAO, L'alimentation mondiale, cahier N° 4
Rome, 4° impression, 1965, 42 pages.

FAO - La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, 1969.
FAO, Rome, 1969, 214 pages.

FAO - La commercialisation : force dynamique du développement agricole.
Coll. FAO, L'alimentation mondiale, Rome 1970, cahier N° 10, 47 pages.

FAO - Plan indicatif mondial provisoire pour le développement de l'agriculture.
3 vol. FAO, 1970.

FINCH R. H. - Toward a comprehensive food and nutrition program.
Public Health Reports, Washington, 1969, 84, N° 8, 667-672.

FOOD AND NUTRITION BOARD - Recommanded dietary allowances.
National Academy of Sciences,
National Research Council,
7th revised edition, 1968,
Nat. Acad. Sces Pub. 1694, 1968.

FORMAN M. J. - Problems in overseas school feeding programs.
American journal of public health, 1965, 55, N° 8, 1199-1202.

FRANÇOIS P. J. - La nutrition, nouvelle technique opérationnelle de la planification.
Développement et Civilisations, Paris, 1968, N°35 5-9.

FRANÇOIS P. J. - Enquêtes alimentaires. Recherche d'une formule générale pour le calcul de la ration alimentaire par tête, par ménage et par groupe.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 4, 10-26.

FRANÇOIS P. J., PERISSE J., AUTRET M. - L'enquête sur les budgets et la consommation alimentaire des ménages, source d'information privilégiée de la planification.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 2, 18-21.

FRANGNE R., ADRIAN J. - La réaction de Maillard.
V. Protéolyse enzymatique des aliments grillés et signification des résultats.
Ann. Nutr. et Alim., 1967, 21, N° 3, 163-174.

FRIDTHJOF J. - Développons la consommation de protéines.
FAO, 2ème impression, 1964, 106 pages.

FRIIS-HANSEN B. - Body composition during growth.
Biochemical data and in vivo measurements.

cf. Symposia of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 39-49.

GALVAN R. R., MARISCAL C. A., VINIEGRA A. C. & PEREZ ORTIZ B. - Desnutricion en el niño.
Mexico. Hospital infantil. Departemento de nutricion I.
Mexico, Impresiones Modernas, 1969, 612 pages.

GANZIN M. - Les conditions alimentaires et programmes d'éducation nutritionnelle à l'école.
Centre International de l'Enfance. Séminaire sur l'éducation en matière de santé et de nutrition en Afrique au sud du Sahara.
Pointe-Noire, 5-12 juin 1962.
Paris, Centre International de l'Enfance, 1963, 120-122.

GIGON J. P. - Est-il possible de couvrir les besoins protéiniques de l'homme à l'aide du soja ?
Alimentation et la Vie, Paris, 1965, 53, N° 10-11. 12, 295-308.

GODARD C. et BOUSQUET M. - Les enseignements d'une mission médicale en Bolivie.
Concours Médical, Paris, 1971, 93, N° 5, 675-685.

GOLDMAN H. I. et al. - Effects of early dietary protein intake on low-birth-weight infants : evaluation at 3 years of age.
Journal of Pediatrics, Saint-Louis, 1971, 78, N° 1, 126-129.

GOUNELLE H., PARET H. - Aliments nouveaux et démographie.
Le monde à la recherche d'aliments nouveaux.
Guide pratique de Diététique, 1 vol.,
J. B. Baillère et fils, éd., 1966, 216-226.

GOUNELLE H. - Pris-parti sur ... les levures alimentaires.
Ann. Hyg. L. Fr. - Méd. et Nutr. -, 1969, t. 5, N° 1, 11-12.

GOUNELLE H. - Quelques problèmes actuels de l'alimentation.
Ann. Hyg. L. Fr. - Méd. et Nutr. -, 1969, t. 5, N° 1, 15-29.

GREAVES J. P. - Nous avons besoin de personnel instruit.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 3, 23-27.

GREAVES J. P. - Structures nécessaires pour une amélioration de la nutrition.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 4, 6-9.

GRIFFITHS M. - Soutien des activités nutritionnelles.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 4, 27-30.

GYORGY P., BURGESS A. - Protecting the preschool child.
London, 1965, Tavistock Publications.

GYORGY P. - Prevention of malnutrition as a problem of ecology.
Pediatric Research, Basel, 1968, 2, N° 5, 389-391.

GYORGY P., KLINE O. L. - Malnutrition is a problem of ecology.
Basel, New-York, S. Karger, 1970, XII-224 p.

HALLMAN N., KANTERO R. L. - Child nutrition and adult health.
cf. Symposia of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 144-154.

HANKIN J. H., STALLONES R. A. et MESSINGER H. B. - A short dietary method for epidemiologic studies 3. Development of questionnaire.
American Journal of Epidemiology, Baltimore, 1968, 87, N° 2, March, 285-298.

HARTMAN W. E. - Vegetarian protein foods.
Food Tech., 1966, 20, 39.

HEALD F. P. - Adolescent nutrition and growth.
New York, Appleton-Century-Crofts (1969), XVI 258 pages.

HELLEGOUARCH R., MONJOUR L., GIORGI R., TOURY J., BLATT M., SATGE P. - Etude d'aliments de supplément riches en protéines.
Ann. Nutr. et Alimen., 1967, 21, N° 5, 217-232.

HOLT L. E., GYORGY P., PRATT E. L., SNYDERMAN S. E., WALLACE W. M. - Protein and aminoacid requirements in early life.
New-York University Press, 1960.

HOLT S. J. - The food resources of the ocean.
Scientific American, New-York, 1969, 221, N° 3, 178-194.

HORINE E. F. Jr - Un problème qui reste à résoudre : l'alimentation et la nutrition dans les zones en voie d'urbanisation.
Bulletin du Pacifique Sud, Sydney, 1967, 17, N° 3, 28-31 et p. 34.

INSTITUT DE SCIENCE ECONOMIQUE APPLIQUEE. Dakar. - Besoins nutritionnels et politique économique. Réflexions à partir d'une enquête réalisée dans trois villages sénégalais.
1965, 108, 30 p.

JEAN R. - La ration azotée du nourrisson.
Archives Françaises de Pédiatrie, Paris, 1970, 27, N° 2, 117-121.

JELLIFFE D. B. (1966) - The effect of malnutrition on social and bihavioral development.
Proc. of the American medical association, Western Hemisphere Nutrition Conference, Chicago, nov. 1965.

JELLIFFE D. B., STANFIELS J. P. - Protein deficiencies and calorie dificiencies (letter to the editor).
Lancet, London, 1966, 2, N° 7469, 907-908.

JELLIFFE D. B. - Breast milk and the world protein gap.
Clinical pediatrics, Philadelphia, 1968, 7, N° 2, 96-99.

JELLIFFE D. B. - Biochemical assessment of protein-calorie malnutrition. (letter to the editor).
Lancet, London, 1969, 1, N° 7599, 838.

JELLIFFE D. B. - Home production of protein. (Breast milk - A neglected infant food.).
Journal of Tropical Pediatrics, London, 1969, 15 N° 2, 31-33.

JELLIFFE D. B. - OMS - WHO - Appréciation de l'état nutritionnel des populations (principalement par voie d'enquête dans les pays en développement).
Genève, OMS, 1969.
286 p. OMS, Série de Monographies, N° 53.

JELLIFFE D. B. - Etats-Unis - State (Department of). Office of War on Hunger. Agency for International Development. -
Child nutrition in developing countries.
A Handbook for fieldworkers.
Washington, U.S. Government Printing Office, 1969.
vi-200 p.

JELLIFFE E. F. P. (1968) - Malnutrition in young children: a bibliography.
J. trop. pediat., 1967.

JELLIFFE E. F. P. et JELLIFFE D. B. - Anthropometry in action : Dental second year malnutrition.
Journal of Tropical Pediatrics, London, 1968, 14 N° 2, June, 71-74.

JELLIFFE E. F. P. et JELLIFFE D. B. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood.
Journal of Tropical Pediatrics, London, 1969, 15, N° 4, 177-260.

JERIA H., PALACIOS A. et PORTILLA B. - Prevencion de la desnutricion.
Simposium (Conclusion).
7-Nutricion y desarrollo agricola.
8-Los elementos basicos de una politica global de nutricion.
Revista Chilena de Pediatria, Santiago de Chile, 1970, 41, N° 4, 330-335.

JOHNSTON B. F., GREAVES J. P. - Politique alimentaire et nutritionnelle.
FAO, 1969, Etude de Nutrition de la FAO, N° 22, 113 pages.

JOURNEES MEDICALES DU PROCHE ET DU MOYEN-ORIENT, 26 mai 1964 - Malnutrition.
Revue Médicale du Moyen Orient, Beyrouth, 1965, 22, N° 2 et 3, 103-169.

KANAWATI A. A. et Mc LAREN D. S. - Assessment of marginal malnutrition.
Nature, London, 1970, 228, N° 5271, 573-575.
Bibliog. 574-575.

KANDE J. - Valeur nutritionnelle de deux graines de légumineuses : le pois chiche (Cicer Asietinum) et la lentille (Lens Esculenta).
Ann. Nut. et Alim., 1967, 21, N° 2, 45-67.

KING C. G. - International nutrition programs.
Improved food practices are essential to reasonable progress for a large part of the world's population.
Science, Washington, 1967, 147, N° 3653, 25-29.

KING K. W., FOUGERE W. et BEGHIN I. - Un mélange de protéines végétales (AK-1000) pour les enfants haïtiens.
Annales des Sociétés Belges de Médecine Tropicale, de Parasitologie et de Mycologie, Anvers, 1966, 46, N° 6, 741-754.

KROP T. M. et WINICK M. - Efectos de la desnutricion en el sistema nervioso central.
Pediatria, Santiago de Chile, 1969, 12, N° 3, 151-158.

LANGLOIS-MEURINNE G. - Attitudes à l'égard des aliments de sevrage : le cas algérien.
Fise - Carnets de l'Enfance - Assignment Children, Paris, 1971, N° 14, 72-86.

LAPEYSSONNIE L. - Eléments d'hygiène et de santé publique sous les Tropiques.
Préf. par H. Harant. 2ème ed. Paris, Gauthier-Villars, 1970.
376 p. (Science et Techniques d'Aujourd'hui).

LEE P. R. - Nutrition Research. The role of the Agency for international development.
American journal of public health, New-York, 1965, 55, N° 8, 1183-1187.

LEFRANÇOIS L. - La levure, cette inconnue. Possibilités de productions actuelles.
Ann. Hyg. L. Fr., - Méd. et Nut. -, 1969, t. 5 N° 1, 47-51.

LINDQUIST B. - Nutritional needs in preschool and school age. General survey.
cf. Symposia of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 50-59.

LÖRSTAD M. H. - Les études sur la consommation alimentaire. La précision des évaluations et son coût.
FAO. Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 2, 22-40.

LOWE C. U. - National nutritional survey of preschool children.
Pediatrics, Springfield, 1967, 39, N° 4, 485-487.

LUCHAIRE F. - L'aide aux pays sous-développés.
Coll. "Que sais-je ?", Paris, PUF, N° 1227, 1967, 127 pages.

LUNVEN P. - Le tryptophanne dans l'alimentation intertropicale.
Thèse E-176, Fac. Pharmacie, Paris, 1968, 89 p.

Mc CANCE R. A., WIDDOWSON E. M. - Calorie deficiencies and protein deficiencies.
Colloquium, Cambridge, 1967 (Proc.), London, J. et A. Churchill, 1968, XIV-386 p.

Mc KINNEY G. - Nutrition et surpeuplement.
Revue de pathologie comparée et de médecine expérimentale, Paris, 1969, 69, N° 2, 81-82.

Mc LAREN D. S. - An early account of infant feeding practices and malnutrition in East Africa.
Journal of tropical pediatrics, London, 1966, 12, N° 2, 50-52.

MAROC MEDICAL - Problèmes de la nutrition et de l'alimentation humaines.
Maroc Médical, Casablanca, 1967, 47, N° 508, 759-828.

MARTINEAUD M. - Nutrition et développement.
Afrique Médicale, Dakar, 1969, 8, N° 71, 491-495.

MARTNER G. J. et JARPA Y. S. - Estudios metabolicos en lactantes desnutridos alimentados con harina de pescado.
Revista Chilena de Pediatria, Santiago de Chile, 1969, 40, N° 10, 780-788.

MASEFIELD G. B. - Mesures à prendre en période de calamité pour faire face aux problèmes alimentaires.
FAO. Etudes de nutrition, N° 21, Rome, 1968, 108 pages.

MASEK J. - Malnutrition in a world free from hunger.
Review of Czechoslovak Medicine, Praha, 1965, II, N° 2, 113-143.

MAY J. M. et LEMONS H. - The ecology of malnutrition.
JAMA, Chicago, 1969, 207, N° 13, 2401-2405.

MAYER J. - Physical activity and food intake in infants, children and adolescents.
cf. Symposium of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 92-98.

MEXICO-HOSPITAL INFANTIL. Departamento Nutricion II.
Progress report :
The effect of malnutrition on physical and mental development learning and behavior.
March 1970 - February 1971.
S. I. Impresora de Pavia, s.d., 297 p.

MILNER M. - World protein needs.
Mc Graw-Hill Yearbook of Science and Technology.
New-York, 1966, Mc Graw-Hill, 61 pages.

MINISTRY OF HEALTH (Grande-Bretagne) - Requirements of man for protein.
(Reports on public health and medical subjects N° III).
Londres, H. M. Stationery Office, p. 42 (1964).

MITCHELL H. S. - Protein limitation and human growth.
Journal of the American dietetic association Chicago, 1964, 44, N° 3, 165-172.

MUELLER M. - Protein supplements : AID focuses on background problems.
Science, Washington, 1968, 161, N° 3841, 555-556.

MUKERJI D. P., MOHAN D. et AGARWAL H. C. - Problems of infant feeding.
Archives of child health, Calcutta, 1967, 9, N° 3, 112-118.

MUSSA B. et CANI M. - Importanza della tradizione alimentare nella dietetica nipiologica. (2 parties).
Minerva Pediatrica, Torino, 1968, 20, N° 24, 1240-1260.

NAEYE R. L., DIENER M. M. et DELLINGER W. S. - Urban poverty : Effects on prenatal nutrition.
Science, Washington, 1969, 166, N° 3908.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. National Research Council - Evaluation of protein quality.
Washington, DC, 1963, N° 1100.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. National Research Council - Recommanded dietary allowances.
Washington, DC, 1964, N° 1146.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - National Research Council - Food and Nutrition Board.
Conference (International) :
Pre-school child malnutrition. Primary deterrent to human progress.
Washington, D.C., december 7-11, 1964.
Washington, National Academy of Sciences, 1966.
355 p. (National Academy of Sciences, National Research Council, publ. N° 1282).

NATIONS UNIES - FAO - OIT - Progrès de la Réforme Agraire quatrième rapport.
Nations Unies, 66.IV.I
New-York, 1966, 215 pages.

NATIONS UNIES - Les perspectives d'avenir de la population mondiale évaluées en 1963.
Nations Unies, 66.XII.2
Département des affaires économiques et sociales.

Etudes démographiques, N° 41
New-York, 1966, 168 pages.

NATIONS UNIES - Ressources naturelles des pays en voie de développement.
Etude, mise en valeur et utilisation rationnelle.
Nations Unies. F. 70.II.B.2
Département des affaires économiques et sociales.
Rapport du Comité consultatif sur l'application de la science et de la technique au développement.
New-York, 1970, 194 pages.

OECONOMO M. L. - A propos de la lutte contre le Kwashiorkor.
Acquisitions et projets.
Thèse, Paris, Fac. de Médecine, 1961, 72 pages.

ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES - Le problème alimentaire des pays en voie de développement.
Paris, OCDE, 1968, 133 p.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE - Comité d'experts de l'OMS : La nutrition pendant la grossesse et l'allaitement.
Genève, 6-12 octobre 1964. Rapport.
O.M.S., série de rapports techniques, Genève 1965, N° 302, 60 p.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE - OMS.WHO.PAHO - Research in progress.
Washington, PAHO, 1970 (plusieurs textes).

PATWARDHAN V. N. - Consideraciones generales sobre la prevencion de la malnutricion.
Boletin de la oficina sanitaria Panamericana, Washington, 1969, 67, N° 6, 493-496.

PAWLEY W. H. - Problèmes alimentaires et démographiques mondiaux.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 2, 1-8.

PERISSE J. - Alimentation en Afrique intertropicale.
Cahiers de Nutrition et de Diététique, Paris, 1967, 2, 49-58.

PERISSE J. - L'approche nutritionnelle de la planification alimentaire.
Développement et Civilisations, Paris, 1968, N° 35, 10-20.

POLLITT E. - Poverty and malnutrition : cumulative effect on intellectual development.
FISE - Carnets de l'Enfance - Assignment Children, Paris, 1971, N° 14, 40-55.

PROJA-RONCHI F. - Background, characteristics and present position of the applied nutrition program.
FAO, Nutrition Newsletter, Rome, 1966, 4, N° 4, 19-22.

PYKE M. - Synthetic foods.
Science Journal, 93, mai, 1968.

PYKE M. - Food science and technology.
Murray, Londres, 1968.

RAMALINGASWAMI V. - Interface of protein nutrition and medicine in the Tropics.
Lancet, London, 1969, 2, N° 7623, 733-735 et p. 736.

RAO, K.K.P.N. - Valeur nutritive des céréales et autres aliments de base.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1969, 7, N° 2.

RAO, M.N., SWAMINATHAN M. - Plant proteins in the amelioration of protein deficiences states.
World review of nutrition and dietetics, Basel, New-York, S. Karger, 1969, II, 106-141.

RAO P. T. - Pediatric problems in developing countries.
Foreword by A.L. Mudaliar.
Madras, Orient Logmans, (c. 1970)
xviii-240 p.

RAOULT A. - Premiers résultats d'une enquête sur l'état de nutrition des enfants algériens. (Sahara non compris).
Cahiers de Nutrition et de Diététique, Paris, 1966, N° 3, 23-27.

RAVINA A. - La faim dans le monde. Utilisation de la protéine concentrée de poissons et des mixtures de protéines végétales.
Presse Médicale, 1968, 76, 6, 239.

RENDON R., HURTADO J. J. et ARATHOON M. C. - The effect of malnutrition on the physical and mental development of children.
Symposium : Congenital mental retardation.
Houston, 1967. Austin & London, University Press, 1969, 262-288.

RICHET C., MANS A. - La famine.
(présentation d'ouvrage).
Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine, Paris, 1965, 149, N° 32-33, 732-735.

RITCHIE J. A. S. - Etudions la nutrition. Méthodes d'éducation du public.
FAO-Etudes de nutrition, Rome, 1968, N° 20, 11.1-295.

RITCHIE J. A. S. - Formation de la population rurale féminine à l'économie familiale et à la nutrition.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 3, 35-40.

ROE D. A. - Concepts of neonatal malnutrition.
New-York State Journal of Medicine, New-York, 1970, 70, N° 3, 420-426.

ROSS M., de ESQUEF L. - L'évolution des idées en matière d'alimentation scolaire.
FAO, Bull. de Nutr., Rome, 1970, 8, N° 3, 7-11.

ROUX P. - Education et Alimentation.
UNESCO, Chronique, Paris, 1965, II, N° 4, 138-144.

ROYAL SOCIETY OF MEDICINE, London - Protein metabolism - World protein supplies - Protein requirements - The biosynthesis of proteins - Protein deficiency in temperate zones - The role of plasma albumin and its relation to its structure - Investigation of albumin metabolism in man.
(Section of Experimental medicine and therapeutics. Meeting January 10, 1967).

Proceedings of the royal society of medicine, London, 1967, 60, N° 11, part I, November, 1065-1076.

RUSSO F. - La terre trop peuplée.
Etudes, 1971, t. 334, janv. 1971, 49-57.

RUTISHAUSER I.H.E. et Mc CANCE R. A. - Calorie requirements for growth after severe undernutrition.
Archives of Disease in Childhood, London, 1968, 43, N° 228, 252-256.

SAI F. T. - The problems of food and nutrition of West Africa.
World review of nutrition and dietetics.
Basel, New-York, S. Karger, 1969.
vol. 10, 77-99.

SANTOS Milton - Croissance démographique et consommation alimentaire dans les pays sous-développés.
Paris, Centre de Documentation Universitaire, 1967.
2 vol. ("Les Cours de Géographie").

SATGE P., MATTEI J. F. et DAN V. - Avenir somatique des enfants atteints de Kwashiorkor.
Semaine des Hôpitaux, Paris.
Annales de Pédiatrie, 1970, 46, N° 21/5, 1440/P.368 - 1453/P/381.

SCHAEFER A. E. - Observations from exploring needs in national nutrition programs.
Amer. J. Pub. Health, 1966, 56, 1088.

SCOTT M. L. - L'alimentation scolaire.
Sa contribution à l'alimentation de l'enfant.
Etudes de nutrition de la FAO, N° 10,
FAO, Rome, 2ème tirage, 1967, 144 pages.

SCRIMSHAW N. S. - Factors influencing protein requirements.
Harvey lectures.
New-York-London, Academic Press, 1963, Séries 58, 181-216.

SCRIMSHAW N. S., GORDON J. E. - Conference international : Malnutrition, learning, and behavior.
Cambridge, (Mass. March 1 to 3, 1967. Cosponsored by the Nutrition Foundation, Inc., and the Massachusetts Institute of Technology. (Proceedings).
Cambridge, (Mass.), and London, The M.I.T. Press 1968, XIV-566 p.

SCRIMSHAW N. S., TAYLOR C. E., GORDON J. E. - OMS - WHO - Interactions of nutrition and infection.
Geneva, OMS, 1968.
329 p. (OMS, Monograph Series, N° 57).

SEBRELL W. H. Jr - Cambios en el concepto de la malnutricion.
Boletin de la Oficina sanitaria panamericana, Washington, 1968, 65, N° 5, 415-422.

SEMINARIO de nutricion del niño y de la familia. - Valencia, Venezuela, 2-8 de Junio de 1968, Boletin del Instituto interamericano del niño, Montevideo, 1968, 42, N° 167, 648-655.

SEN B. R. - Hunger, disease of millions.
Journal of the American medical women's association.
1963, 18, N° 5, 371-394.

SENECAL J. - L'enfant malnutri.
Bulletin de l'Association des Diététiciennes de Langue Française, Colombes, 1969, 6, N° 3, 27-31.

SERVILLE Y., CLAUDIAN - Montrouge. Institut de service social et Paris, Promotion féminine et développement. - Session de diététique tropicale; 1965.

SHANK R. E. - Is there need to fortify infant foods ?
American journal of public health, 1965, 55, N° 8, 1188-1193.

SIMMONS W. K., BOHDAL M. - Assessment of some biochemical parameters related to protein-calorie nutrition in children.
OMS. Bulletin, Genève, 1970, 42, N° 6, 897-906.

SMITH L. P. - Le temps et la production alimentaire.
Campagne mondiale contre la faim. Etude de base N° 1.
OMM. N° 113. TP. 50.
Organisation Météorologique Mondiale, Genève, 1962, 80 pages.

SMITH T. E. - La population mondiale : les problèmes qu'elle pose pour le développement.
Nations-Unies, 66.XIII.4
New-York, 1966, 49 pages.

SYMPOSIUM (7th) of the Swedish Nutrition Foundation - Nutrition in preschool and school age.
Tysöland, 1968.
Uppsala, Almquist & Wiksells, 1969.
(plusieurs textes).

TEPLY L. J. - Complementary effect of local and imported foods in improvement of nutrition in developing countries.
American journal of public health,
New York, 1965, 55, N° 8, 1194-1198.

TIRONA-CERTEZA M. - The critical periods of vulnerability to nutritional deficiencies in a child's life.
Philippine Journal of Pediatrics, Manille, 1969, 18, N° 2, 87-97.

TRAISSAC F. J. et al. - Fiches thérapeutiques. Diététique. Hygiène et pathologie alimentaire.
Faculté de Médecine, Bordeaux, 1966.

TREMOLIERES J., SERVILLE Y., JACQUOT R. - Les aliments.
Ed. sociales Françaises, 1963.

UNESCO - Action (Une) conjointe contre la malnutrition et pour l'éducation.
U.N.E.S.C.O. Chronique, Paris, 1970, 16, N° 8-9, 353-361.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) - Proceedings of a conference on cottonseed protein concentrates.
Jan. 15-17 1964, New-Orleans.

VAHLQUIST B. - The serious sequelae of malnutrition at an early age : physical development.
cf. Symposia of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 78-84.

VON MURALT A. - Protein-calorie malnutrition.
Symposium of the Nestlé Foundation, Lausanne, sept. 6 to 7 1968,
Berlin, Heidelberg, New-York, Springer-Verlag, 1969.
X-194 pages.

WATSON C. E., FREESEMANN C. - Immunoglobulins in protein-calorie malnutrition.
Archives of disease in childhood,
London, 1970, 45, N° 240, 282-284.

WIDDOWSON E. M. - Harmony of growth.
Lancet, London, 1970, 1, N° 7653,901-905.

WIJN J. F. - Nutritional health in the adolescent period.
Nutritio et Dieta, Basel, 1967, 9, N° 1, 1-20.

WILSON C. et al. - A review of methods used in nutrition surveys conducted by the interdepartmental committee on nutrition (ICNND).
Amer. J. Clin. Nutr., 1964, 15, 29.

WINICK M. - The effect of nutrition on cellular growth.
cf. Symposia of the Swedish nutrition foundation, VII, Nutrition in preschool and school age, 30-38.

WINICK M. et ROSSO P. - Head circumference and cellular growth of the brain in normal and marasmic children.
Journal of Pediatrics, St Louis, 1969, 74, N° 5, 774-778.

WINICK M. et ROSSO P. - Desnutricion y cambios bioquimicos del cerebro.
Pediatria, Santiago de Chile, 1969, 12, N° 3, 159-164.

WINICK M. - Food, time and cellular growth of brain.
New-York State journal of medicine,
New-York, 1969, 69, N° 2, 302-304.

WRIGHT N. - Faulty nutrition : failures in food supply, variety and distribution. Health of Mankind. Ciba Foundation Symposium, march 1967, London, J. & A. Churchill, 1967, 151 pages.

WOLSTENHOLME G. E. W., O'CONNOR M. - Nutrition and infection. London, Churchill, 1967, Ciba Foundation Study Group N° 31.

ZIEMBA J. V. - Let soy proteins work wonders for you. Food Engin., 1966, 38, 82.

---

*EDITIONS BERGERET -2, rue Bergeret- BORDEAUX. Tél. 91.12.59*